

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО”

Факультет електроніки
(назва факультету, інституту)

Кафедра електронних приладів та пристроїв
(назва кафедри)

До захисту допущено

Завідувач кафедри, проф., д.т.н.

_____ Л.Д.Писаренко

«_____» _____ 2019 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

Освітньо-кваліфікаційного рівня «Бакалавр»

з напрямку підготовки (спеціальності) **6.050802 – Електронні пристрої та системи**

Спеціалізація – **Електронні прилади та пристрої**

на тему **«Світлодіодна система освітлення об'єкту в оптичному
мікроскопі»**

Виконав:

Студент 4 курсу, групи ДЕ-51

Любченко Валерій

Сергійович _____

Керівник роботи:

Професор к.т.н.

Циганок Борис

Архипович _____

Консультанти:

Нормоконтроль:

Доцент, к.т.н., с.н.с.

Бевза Олег Миколайович _____

Чадюк Вячеслав

Олексійович _____

Засвідчую, що у цій бакалаврській роботі
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ-2019

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО”

Факультет _____ Е л е к т р о н і к и _____
Кафедра _____ Електронні прилади та пристрої _____
Напрямок підготовки 6.050802 - Електронні пристрої та системи _____
Програма професійного спрямування - Електронні прилади та пристрої

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри, проф., д.т.н.

_____ Л.Д.Писаренко

«____» _____ 2018 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломну роботу першого (бакалаврського) рівня вищої освіти студенту

Любченку Валерію Сергійовичу

1. Тема роботи: Світлодіодна система освітлення об'єкту у оптичному мікроскопі

і керівник роботи **Циганок Борис Архипович**, професор.

затверджені наказом по університету від «27» травня 2019 р. №_1405-с

2. Строк подання студентом роботи 10.06. 2019 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи): Визначити оптимальні параметри для роботи у нормальному режимі світлодіодної системи освітлення, розробити структурну та електричну принципову схеми, а також розробити світлодіодний драйвер, стабілізатор напруги та блок освітлення для оптичного мікроскопу. Прилад має бути екологічно безпечний, надійний, працювати від джерела живлення промислової змінної напруги 220В, 50Гц. Має забезпечувати освітленість не менше 200 Люкс, потужність блоку освітлення не менше 10 Вт, можливість дімування.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки: Анотація; вступ; огляд науково-технічної літератури по схемо-технічним принципам побудови та функціонування світлодіодних систем освітлення; розробка схем структурної, електричної принципової пристрою; розробка конструкторської документації на друковану плату; висновки; перелік використаної науково-технічної літератури.

5. Перелік графічного матеріалу: Структурна та електрична принципова схеми пристрою, креслення друкованої плати, плакати з рисунками, графіками та формулами

6. Перелік наукових публікацій:

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Огляд науково-технічної літератури по системам освітлення об'єкту у оптичних мікроскопах	13.12.2018	
2	Розробка структурної та електричної принципової схем	20.02.2019	
3	Розробка конструкторської документації на пристрій (креслення друкованої плати)	15.04.2019	
4	Технологія виготовлення друкованої плати	21.05.2019	
5	Оформлення пояснювальної записки, креслення, плакатів з формулами та графіками, підготовка доповіді	09.06.2019	

Студент гр. ДЕ-51

Любченко В.С.

Керівник роботи

Циганок Б.А.

№ з/п	Формат	Позначення			Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4	БР. 6.050802.051.008 ПЗ			Пояснювальна записка	1	
2	A4	БР. 6.050802.051.008 Е1			Світлодіодна система освітлення об'єкту в оптичному мікроскопі.	1	
3	A1	БР. 6.050802.051.008 Е3			Світлодіодна система освітлення об'єкту в оптичному мікроскопі. Схема електрична принципова	1	
4	A2	БР. 6.050802.051.008.01 Е4			Світлодіодний драйвер ССОООМ. Друкована плата.	1	
5	A3	БР. 6.050802.051.008.02 Е4			Блок живлення ССОООМ. Друкована плата.	1	
6	A3	БР. 6.050802.051.008.02 Е4			Блок освітлення ССОООМ . Друкована плата.	1	
7	A4	БР. 6.050802.051.008 ПЕ			Перелік елементів	2	

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломної роботи першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
студента кафедри електронних приладів та пристроїв факультету електроніки
Національного технічного університету України «Київський політехнічний
інститут імені І. Сікорського»

Любченка Валерія Сергійовича

на тему: «Світлодіодна система освітлення об'єкту у оптичному
мікроскопі»

РЕФЕРАТ

Світлодіодна система освітлення об'єкту у оптичному мікроскопі /
Дипломна робота освітньо-кваліфікаційного рівня «Бакалавр» напряму
підготовки 6.050802–Електронні пристрої та системи. **Любченко Валерій
Сергійович**. Національний технічний університет України «Київський
політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Факультет електроніки,
кафедра «Електронні прилади та пристрої». Група ДЕ-51. – К.: «КПІ ім. І.
Сікорського», 2019. – 73с., 27 іл., 15 табл..

Ключові слова: СВІТЛОДІОДНА СИСТЕМА ОСВІТЛЕННЯ,
ДРАЙВЕР, СТАБІЛІЗАТОР, ДІМУВАННЯ, СИЛА СВІТЛА,
ОСВІТЛЕНІСТЬ, БЛОК ЖИВЛЕННЯ, БЛОК ОСВІТЛЕННЯ.

Короткий зміст роботи: В дипломному проекті представлено огляд
науково-технічної літератури по системам освітлення об'єктів у оптичних
мікроскопах та загальним відомостям про реалізацію типових систем на базі
використання світлодіодних систем. Було розроблено світлодіодну систему
освітлення об'єкту у оптичному мікроскопі з наступними параметрами та
функціями:

- Стабілізація струму світлодіодів
- Підключення блоку освітлення 16 Вт
- Можливість керувати струмом, а тому і яскравістю світіння, світлодіодів
- Підключення до джерела живлення промислової змінної напруги 220В 50Гц
- Відносно низьке енергоспоживання

Показано розвиток перспективи використання таких пристроїв для
промисловості та у побуті. Приведені параметри та характеристики
світлодіодної системи освітлення, розраховані параметри друкованої плати.
В ході виконання завдання дипломної роботи були розроблені структурна та
електрична принципова схеми системи.

А Н О Т А Ц І Я

В дипломній роботі представлено огляд науково-технічної літератури по існуючим видам освітлювальних систем у оптичному мікроскопі, зазначені переваги та недоліки вже існуючих систем. Ознайомившись із світлодіодними освітлювальними системами більш детально, можна зробити висновок, що найважливішими параметрами, що характеризують роботу даної системи є значення стабілізованого струму, що протікає через світлодіоди, метод дімування, характеристики драйверу світлодіодів, а також надійність та захищеність від перешкод. Гарне освітлення об'єкту у оптичному мікроскопі є необхідним при промисловому ремонті, виготовленні та діагностиці мікроелектроніки. Також були описані переваги використання світлодіодних систем освітлення порівняно із іншими.

Приведено результати розрахунку параметрів та характеристик світлодіодної системи освітлення об'єкту у оптичному мікроскопі.

Розроблена конструкція пристрою, структурна та електрична принципова схеми світлодіодної системи освітлення об'єкту у оптичному мікроскопі.

S U M M A R Y

In this review of scientific and technical literature on existing types of lighting systems in an optical microscope, the advantages and disadvantages of existing systems. Examined the LED lighting systems more detail, one can conclude that the most important parameters characterizing the operation of this system are the value of the stabilized current flowing through the LEDs, the method of dimming, the characteristics of the LED driver, as well as the reliability and security of the interference. Good illumination of an object in an optical microscope is necessary for industrial repair, production and diagnostics of microelectronics. The advantages of using LED lighting systems in comparison with others have also been described.

The results of calculation of parameters and characteristics of the LED system of illumination of an object in an optical microscope are resulted.

The design of the device, structural and electric principle scheme of the LED system of illumination of the object in an optical microscope are developed.

3MICT

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	11
ВСТУП.....	12
1. ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	14
1.1 РОЗГЛЯД НАЯВНИХ СИСТЕМ ОСВІТЛЕННЯ	14
1.2 РОЗГЛЯД ОСНОВНИХ ВИДІВ ТА МЕТОДІВ ПОБУДОВИ БЛОКА ЖИВЛЕННЯ	21
1.2.1 БЕЗТРАНСФОРМАТОРНИЙ БЛОК ЖИВЛЕННЯ ІЗ ОБМЕЖУВАЛЬНИМ КОНДЕНСАТОРОМ	21
1.2.2 ТРАНСФОРМАТОРНІ БЛОКИ ЖИВЛЕННЯ	22
1.2.3 ІМПУЛЬСНІ БЛОКИ ЖИВЛЕННЯ.....	23
1.2.4 ПОРІВНЯННЯ БЛОКІВ ЖИВЛЕННЯ	25
1.3 СТАБІЛІЗАТОР НАПРУГИ	25
1.3.1 ЛІНІЙНИЙ СТАБІЛІЗАТОР НАПРУГИ	26
1.3.2 ІМПУЛЬСНИЙНИЙ СТАБІЛІЗАТОР НАПРУГИ	27
1.3.3 ПОРІВНЯННЯ МІКРОСХЕМ – СТАБІЛІЗАТОРІВ НАПРУГИ	27
1.4 СВІТЛОДІОДНИЙ ДРАЙВЕР.....	32
1.5 РОЗГЛЯД ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ СВІТЛОДІОДІВ ТА ЇХ ВИБІР	36
2. РОЗРОБКА СВІТЛОДІОДНОЇ СИСТЕМИ ОСВІТЛЕННЯ.....	39
2.1 РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ СВІТЛОДІОДНОЇ СИСТЕМИ ОСВІТЛЕННЯ ОБ’ЄКТУ У ОПТИЧНОМУ МІКРОСКОПІ	39
2.2 РОЗРОБКА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ СВІТЛОДІОДНОЇ СИСТЕМИ ОСВІТЛЕННЯ	40
2.2.1 РОЗРАХУНОК ДО ЕЛЕКТРИЧНОЇ ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ БЛОКА ЖИВЛЕННЯ	41
2.2.2 РОЗРАХУНОК ДО ЕЛЕКТРИЧНОЇ ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ БЛОКА СВІТЛОДІОДНОГО ДРАЙВЕРА	44
2.2.3 РОЗРАХУНОК ДО ЕЛЕКТРИЧНОЇ ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ БЛОКА ОСВІТЛЕННЯ	48
2.3. РОЗРОБКА СВІТЛОДІОДНОГО ДРАЙВЕРУ НА МІКРОСХЕМІ LM3409	49
2.4 РОЗРОБКА СТАБІЛІЗАТОРУ НАПРУГИ НА МІКРОСХЕМІ LM7824	51

					БР. 6.050802.051.008 ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.		Любченко В.С.			Світлодіодна система освітлення об'єкту у оптичному мікроскопі	Літ.		Арк.	Акрушів	
Перевір.		Циганок Б.А.						8	2	
Реценз.						«КПІ ім. Ігоря Сікорського», ФЕЛ, ЕП та П, ДЕ-510 організація				
Н. Контр.		Чадюк В.О								
Затверд.		Писаренко Л.Д.								

2.5. РОЗРОБКА СВІТЛОДІОДНОЇ СИСТЕМИ ОСВІТЛЕННЯ ОБ'ЄКТУ У ОПТИЧНОМУ МІКРОСКОПІ	52
3. РОЗРОБКА ДРУКОВАНОЇ ПЛАТИ	54
3.1. ВИБІР ТИПУ ДРУКОВАНОЇ ПЛАТИ	54
3.2. ВИБІР МАТЕРІАЛУ ДРУКОВАНОЇ ПЛАТИ	55
3.3. ВИБІР ФОРМИ ТА РОЗМІРУ ДРУКОВАНОЇ ПЛАТИ	56
3.4. ВИБІР КЛАСУ ТОЧНОСТІ	57
3.5 РОЗРАХУНОК ШИРИНИ ДРУКОВАНОГО ПРОВІДНИКА	58
3.6. ВИЗНАЧЕННЯ НОМІНАЛЬНОГО ЗНАЧЕННЯ ПЕРЕХІДНИХ ОТВОРІВ	60
3.7 ВИЗНАЧЕННЯ НОМІНАЛЬНОГО ЗНАЧЕННЯ МОНТАЖНИХ ОТВОРІВ	61
3.8. ВИЗНАЧЕННЯ ПОТУЖНОСТІ ВТРАТ	61
3.9. РОЗРАХУНОК НАДІЙНОСТІ	61
3.10. РОЗРАХУНОК ВІБРОМІЦНОСТІ	66
3.11. РОЗРОБКА ДРУКОВАНИХ ПЛАТ У СЕРЕДОВИЩІ EAGLE CAD	68
ВИСНОВКИ	70
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	72
ДОДАТОК А Перелік Елементів	
ДОДАТОК Б Структурна схема	
ДОДАТОК В Схема електрична принципова	
ДОДАТОК Г Друковані плати блоків	

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ І СКОРОЧЕНЬ

ШІМ – Широтно-імпульсна модуляція.

ДП – Друкована плата.

UVC – Ультрафіолетовий спектр.

ТЗ – Технічне завдання.

SMD – Surface mounted device, тобто пристрій вмонтований на поверхню плати.

					БР. 6.050802.051.008 ПЗ	Арк.
						101
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Неможливо заперечити, що сьогодні ми живемо у еру електроніки. У повсякденному житті електронні пристрої оточують нас усюди, мабуть, жоден з нас не зможе уявити своє життя без електроніки. Головним нашим обов'язком є підтримання прогресу та внесок свого помірному вкладу. Широкого розмаху набувають процеси заміни джерел світла. Першочергово це стосується заміни ламп розжарювання, галогенних ламп, електролюмінісцентних ламп та ламп розжарювання. Найкращою альтернативою для них є джерела світла, що базуються на світлодіодах.

Безумовно, даний тип освітлення, незважаючи на усі його недоліки, є найкращим для використання. Саме світлодіодні технології у наш час безупинно прогресують та набувають дуже широкого використання у багатьох галузях. Промислове робоче, аварійне, квартирне (побутове), офісне, консольне (вуличне) освітлення – це лише декілька прикладів використання світлодіодного освітлення.

Для підтвердження того факту, що світлодіодне освітлення є найперспективнішим у наш час, необхідно зазначити усі його переваги та недоліки. Саме ці дані дадуть змогу оцінити систему освітлення та пояснити чому ж є необхідним перехід до більш сучасних приладів.

Найбільш значними перевагами світлодіодів над іншими джерелами світла для реалізації систем освітлення є:

- Параметри світловіддачі.
- Економне використання енергії, що дозволяє скоротити споживання електричної енергії, а тому і витрати на виробництві.
- Термін безперервної роботи.
- Запас міцності конструкції. Тобто використання у системах, які можуть піддаватися зовнішньому механічному впливі.
- Високий рівень безпеки конструкції та відсутність у складі токсичних речовин, що можуть негативно вплинути на здоров'я людини.
- Найближчий спектр до природнього світла, а також можливість виготовлення систем, що мають будь-який спектр випромінювання.
- Високий коефіцієнт потужності.
- Відсутня необхідність обслуговування на усьому періоді роботи приладу.
- Робота у широкому діапазоні температур, що є дуже важливим при використанні в умовах високих навколишніх температур..
- Відсутність принципової різниці при використанні у зовнішньому чи внутрішньому освітленні.
- Відсутність вібрації при роботі. Відсутність вібрації також може свідчити про відсутність небажаного звукового супроводу при роботі.

					БР. 6.050802.051.008 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Звісно, жоден електронний прилад та пристрій не є ідеальним. Світлодіод не є виключенням. Основними недоліками світлодіодних систем освітлення є:

- Безумовно найпершим та найбільш вагомим використанням світлодіодних систем освітлення є висока ціна, що не враховує перспективу довготривалого використання.
- Високі вимоги до джерела живлення. Із даного недоліку теж можна виділити декілька мінусів, що є похідними, використання світлодіодних конструкцій :
 - Створення блока живлення, що збільшує величину конструкції
 - Створення блока живлення також тягне за собою збільшення собівартості приладу.
 - Додання компонентів до схеми впливає на загальну надійність системи.
- Втрата яскравості світіння світлодіоду, що відбувається за рахунок довготривалого використання.
- Дуже важкий процес заміни окремого світлодіода у системі. У варіанті використання матричної системи світлодіодів процес ремонту взагалі є неможливим. Та слід зазначити, що у деяких новітніх матрицях, заміна компонента, що вийшов з ладу є можлива.

Враховуючи перелічені переваги та прискіпливо оцінивши недоліки використання світлодіодних систем освітлення, можна стверджувати про доцільність використання даного типу систем освітлення. Також необхідно додати, що за рахунок розвитку технологій виробництва світлодіодів, ціна (що є найбільшим недоліком) поступово прямує у сторону зменшення. За рахунок зменшення ціни, виникнення нових конструктивно-технологічних рішень при виробництві світлодіодів, можна напевно стверджувати, що майбутнє освітлювальних систем суцільно орієнтоване на світлодіоди .

У даній роботі буде виконане проектування нової системи світлодіодного освітлення у оптичному мікроскопі моделі SZM745 3.5x . Основними особливостями даної системи можна назвати перехід до більш сучасних технологій та надання можливості регулювання яскравості світіння для потреб при виробництві.

					БР. 6.050802.051.008 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

1.Огляд науково-технічної літератури

На виробничих лініях заводу Jabil, а саме на лініях Rework, для ремонту обладнання та заміни SMD компонентів розміщені оптичні мікроскопи. Більшість із цих мікроскопів належать до моделі SZM745 3.5x . Дані мікроскопи є оптичними стереомікроскопами; стереомікроскоп - це мікроскоп для розгляду предметів із об'ємним сприйняттям, тобто передаванням зображення окремо до лівого та правого , що досягається утворенням стереопари.

SZM745 3.5x має такі технічні характеристики :

- Головка мікроскопу може відхилюватись на кут 45° та повертатися на 360° .
- Окуляри – 30 мм. WF10X/20.
- Діапазон зміни зуму: 0,7 – 4.5x.
- Коефіцієнт збільшення 6,5:1
- Діапазон зміни поля зору - 4,75мм. до 65мм.
- Робоча відстань - 100мм.
- Наявний захист для очей.
- Регулювання відстані для очей у межах 55мм.-75мм.
- Наявність системи освітлення, що базується на використанні газорозрядної лампи у якості джерела світла.
- Наявний робочий столик.
- Має блок, у який поміщено стартер тліючого розряду – стартер, та дросель.
- Наявний штатив висотою 240мм. та діаметром 32мм.

У даному мікроскопі освітлення здійснюється люмінесцентною лампою тліючого розряду кільцевої форми. Модель лампи є застарілою і вже знята із виробництва, тому існує нагальна потреба у заміні освітлювача і системи освітлення у цілому.

1.1 Розгляд наявних систем освітлення [1] [2]

Дослідивши існуючі технічні рішення та проаналізувавши проблему для реалізації, було прийнято рішення розробки нової системи освітлення. Вона повинна містити в собі регулювання рівня освітленості, мати досить високу надійність, мати низьке споживання енергії та бути екологічно безпечною.

У оптичному мікроскопі для освітлення об'єкту можуть бути використані такі джерела світла:

					БР. 6.050802.051.008 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		134

- Галогенова лампа – лампа розжарювання, у балон якої було додано буферний газ (пару галогенів бром або йоду) а оболонка виготовлена із кварцу. Зовнішній вигляд галогенової лампи зображено на Рис. 1.1



Рис. 1.1 Галогенова лампа

Основні технічні характеристики галогенових ламп:

- Діапазон потужностей лежить у межах від 1Вт до 20кВт.
- Номінальна напруга може бути 6/12/24/110/240 В.
- Температура вольфрамової нитки у нагрітому стані сягає 3000°
- Світлова віддача від 15 до 22 лм/Вт.
- Період безперервної роботи від 2000 до 4000 годин при нормальних умовах експлуатації

Переваги:

- Додавання галогенів дозволяє збільшити тривалість служби джерела світла порівняно із звичайною лампою розжарення.
- Також слід зазначити, про відсутність почорніння колби та зменшення розмірів.
- Даний вид ламп забезпечують дуже добре відтворення кольорів. Можливість регулювання освітлення.

Недоліки:

					БР. 6.050802.051.008 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Говорячи про недоліки цієї лампи найперше, про що слід сказати це необхідність дуже обережного поводження. Дана лампа потребує дуже обережного поводження, її не можна торкатися, мочити, протирати.
- Також нещодавні дослідження показали, що при використанні даних ламп відбувається випромінювання ультрафіолетової радіації в UVC діапазоні

•Флуоресцентна/люмінесцентна лампа – газорозрядне джерело світла, світловий потік якого визначається світінням люмінофорів під впливом ультрафіолетового випромінювання розряду. Зовнішній вигляд люмінесцентної лампи зображено на Рис. 1.2



Рис. 1.2 Люмінесцентна лампа

Основні технічні характеристики Флуоресцентних/люмінесцентних ламп:

- Діапазон потужностей роботи приладу лежить у межах від 15 до 80 Вт.
- Номінальна напруга 220В та 127В.
- Температура нагріву нитки з вольфраму може сягати 6500 К
- Термін безперервної роботи від 10000 до 40000 годин
- ККД сягає 20%
- Світловий віддача 30 – 70 лм/Вт

Переваги:

- Неможливо спростувати факт, що ртутна люмінесцентна лампа є одним із найяскравіших джерел світла, які працюють у безперервному режимі .Саме через це люмінесцентна лампа освітлення є досі популярним рішенням для побудови систем освітлення.
- Даний вид джерела світла дуже наближений до ідеальної моделі точкового джерела світла.

Недоліки:

					БР. 6.050802.051.008 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		156

Ртутна лампа має дуже високу залежність від джерела напруги. Саме ця залежність від стабільного живлення є причиною зменшення періоду роботи лампи

- Також використання ртутної лампи обмежують такі фактори, як значна зміна спектральних характеристик, що залежить від терміну її використання
- Необхідність чекати певний час між включенням лампи для достатнього охолодження.

•Металогалогенові лампи – вид газорозрядного джерела світла, що відрізняється від інших тим, що для корекції спектральної характеристики дугового розряду у парах ртуті додаються галогеніди деяких металів. Зовнішній вигляд металогалогенової лампи зображено на Рис. 1.3.



Рис. 1.3 Металогалогенова лампа.

Основні технічні характеристики металогалогенових ламп:

- Діапазон робочих потужностей лежить у межах 70Вт – 10кВт
- Термін безперервної роботи може сягати до 15000 годин
- Діапазон температур нагріву лежить від 2500 до 20000 К
- Індекс передачі кольору сягає від 0.9 до 0.99.
- Світлова віддача складає 75-100 лм/Вт

Переваги:

					БР. 6.050802.051.008 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		167

- Даний тип ламп гарно підходить для біологічних досліджень та має гарне рівномірне освітлення, що пояснюється конструкцією рідкого світловоду та конденсора.
- Більш рівномірна спектральна характеристика та просто відмінна енергоефективність у порівнянні із ртутною лампою є її основними перевагами і водночас причинами заміни ртутних ламп на дані.
- Стійкість до високих температур,
- широкий діапазон потужностей
- високий індекс передачі кольору.

Недоліки:

- Відсутність регулювання яскравості,
- Необхідність охолодження при повторному включенні,
- Зміна температурних характеристик із часом.
- Необхідно зазначити також про: необхідність стабільної напруги тобто і зовнішнього електронного обладнання,
- Неможливість ремонту
- Досить висока ціна.

• Світлодіодна система освітлення [3]

Ознайомитися із виглядом світлодіодних освітлювачів можна за допомогою Рис.1.4.



Рис.1.4 Світлодіодна лампа

					БР. 6.050802.051.008 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		178

Основні технічні характеристики світлодіодних систем :

- Діапазон робочих потужностей лежить у межах 5Вт – 13Вт
- Термін безперервної роботи системи може сягати 30000 – 50000 годин
- Колірна температура 2000-6700 К
- Світлова віддача даної системи 100 лм/Вт

Безперечно можна стверджувати, що світлодіодні джерела світла є найперспективнішим направленням, що може бути використане у освітленні об'єкту у оптичному мікроскопі. Даний висновок можна зробити при порівнянні основних технічних параметрів кожного з типів освітлення, що можна побачити у Таблиці 1.

					БР. 6.050802.051.008 ПЗ	Арк.
						189
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Середні технічні параметри та характеристики джерел світла Таблиця 1.

Параметри	Лампа накаливання	Люмінесцентна лампа
Час безперервної роботи, год	2000	12000
Світловіддача, Лм/Вт	15	80
Вивільнення тепла	Високе	Низьке
Вібростійкість	Низька	Середня
Діапазон робочих температур, °С	від - 60 до 100	від 5 до 55
Колірна температура, К	2700	2000-6500
Індекс передачі кольору, одиниці	100	80
ККД, %	50 - 80	45 - 75
Стійкість до коливань вхідного сигналу	Низька	Середня
Параметри	Галогенова лампа	Металогалогенова лампа
Час безперервної роботи, год	2000	15000
Світловіддача, Лм/Вт	20	80
Вивільнення тепла	Високе	Середнє
Вібростійкість	Низька	Середня
Діапазон робочих температур, °С	від - 60 до 100	від - 40 до 40
Колірна температура, К	2700	2000 - 6500
Індекс передачі кольору, одиниці	100	60 - 90
ККД, %	50 - 80	50 - 75
Стійкість до коливань вхідного сигналу	Низька	Низька
Параметри	Дугова ртутна люмінесцентна лампа	Світлодіодні лампи
Час безперервної роботи, год	10000	50000
Світловіддача, Лм/Вт	50	100
Вивільнення тепла	Середнє	Низьке
Вібростійкість	Середня	Висока
Діапазон робочих температур, °С	від - 40 до 40	від - 40 до 40
Колірна температура, К	6000	2000 - 6700
Індекс передачі кольору, одиниці	100	80
ККД, %	45 - 70	80 - 100
Стійкість до коливань вхідного сигналу	Середня	Висока

Отже, співставивши значення із Табл. 1, можна зробити такі висновки: світлодіодні джерела світла мають найвищі параметри світловіддачі та мають найдовший час безперервної роботи. Враховуючи дані характеристики можна зауважити, що досить висока ціна на світлодіодні технології зменшується у перспективі довготривалого використання. Також світлодіодні

джерела світла мають найбільший діапазон колірної температури, найбільшу вібронестійкість, та невелике значення вивільнення тепла. ККД даних систем сягає дуже високих значень, до 100%. Однак індекс передачі кольору не є максимальним.

1.2 Розгляд основних видів та методів побудови блока живлення [4]

У наш час, більшість електронних приладів та пристроїв для коректної роботи потребує високої якості живлення. Саме на вирішення даної функції спрямовані блоки живлення. Блоком живлення називають електронний пристрій, основним призначенням якого є формування напруги, відповідної до вимог системи. Найчастіше використовуються блоки живлення для формування напруги живлення на основі перетворення промислової напруги мережі 220 В, 50 Гц.

Основними електричними параметрами блоків живлення є:

1. Потужність блоку живлення – параметр, що кількісно оцінює енергію, яку блок живлення може віддати навантаженню.
2. Діапазон робочих напруг – інтервал значень напруг, при яких зберігається працездатність блоку живлення.
3. Пульсації вихідних напруг – відхилення форми вихідної напруги від сталого значення.
4. Коефіцієнт корисної дії – параметр, що характеризує якість перетворення спожитої енергії у корисну.
5. Коефіцієнт потужності
6. Внутрішній опір або падіння напруги усередині блоку живлення.

Отже, відмітивши основні характеристики блоку живлення, можна порівняти чотири основні їх типи.

1.2.1 Безтрансформаторний блок живлення із обмежувальним конденсатором

Даний тип схемотехнічного рішення для побудови блока живлення використовується досить рідко. Основне використання – прилади із малим споживанням струму, які досить стійкі до пульсацій. Типова схема включення може бути розглянута на Рис. №1.5. Принцип роботи безтрансформаторного блоку живлення базується на проходженні напруги мережі 220В, 50Гц через обмежуючий конденсатор C_1 . Робоча напруга елемента C_1 має бути більшою за 400 В. Ємність цього конденсатору може бути розрахована за формулою:

$$C_1 = 3,5(I_{vd2\ min} + I_{n\ max}) / (U_{c\ min} - 0,7\ U);$$

Де $I_{vd2\ min}$ – Мінімальний струм стабілітрону

$I_{n\ max}$ - Максимальний струм навантаження

$U_{c\ min}$ – Мінімальна напруга мережі живлення

U – Вихідна напруга блока живлення

					БР. 6.050802.051.008 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		21

Після конденсатору сигнал надходить до мостового випрямляча, де відбувається перетворення змінної напруги у постійну пульсуючу. Слід зазначити, що даний діодний міст мусить мати визначену максимальну зворотню напругу та значення максимального прямого струму, що можуть бути розраховані відповідно до необхідних вихідних значень струму та напруги. Після того, як сигнал пройшов через випрямляч, він потрапляє на електролітичний конденсатор фільтру C_2 . За ним, знаходиться стабілітрон VD_2 . Даний елемент не дозволяє напрузі на C_2 та на резисторі навантаження перевищити допустиме значення.

Переваги:

- Конструкція є досить простою, компактною та дешевою, однак на цьому її переваги закінчуються.

Недоліки:

- низький ККД,
- мала потужність,
- великі значення пульсації.

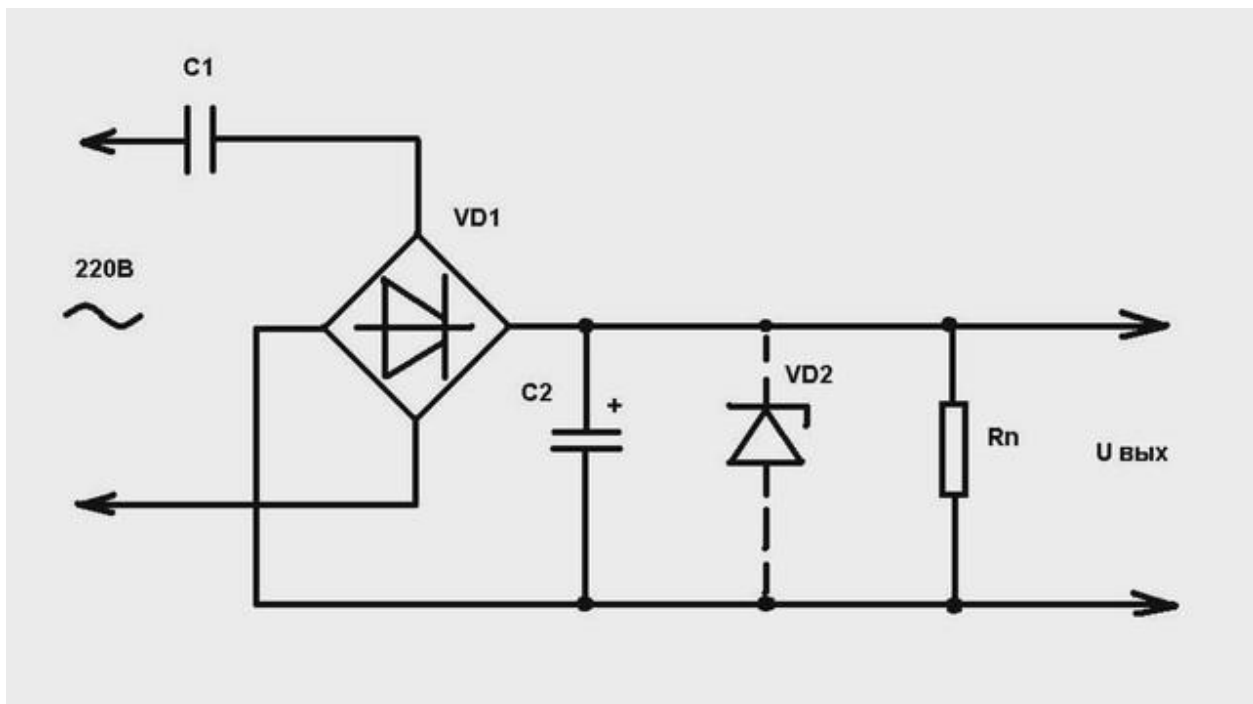


Рис. №1.5 Типова схема включення безтрансформаторного блоку живлення із обмежувальним конденсатором.

1.2.2 Трансформаторні блоки живлення

Даний вид блоків живлення є найпоширенішим. Саме на схемах трансформаторних блоків живлення можна легко реалізувати різні параметри струмів та напруг. Причина появи даної переваги – наявність трансформатора, викликає і певні складнощі. Під час роботи трансформатора, при передачі сигналу з його первинної обмотки на вторинну відбуваються втрати

					БР. 6.050802.051.008 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		22

потужності. Тому прийнято вважати, що для потужностей 10 - 200Вт , ККД трансформатора у розрахунках рівний 0.95.

Принцип роботи трансформаторного блоку живлення майже ідентичний до безтрансформаторного блоку живлення. Принципова відмінність полягає у тому, що напруга мережі проходить через понижуючий трансформатор а вже потім прямує до мостового випрямляча. Дана конструктивна особливість дозволяє оперувати меншими струмами та напругами, що в свою чергу призводить до зміни елементів схеми на інші, розраховані на менші навантаження тобто менш габаритні та дорогі. Конденсатор фільтру C_1 обумовлено обирати із розрахунком 1000 мкФ на 1 А струму, що протікає через прилад. Типову схему включення трансформаторного блоку живлення можна переглянути на Рис.№ 1.6.

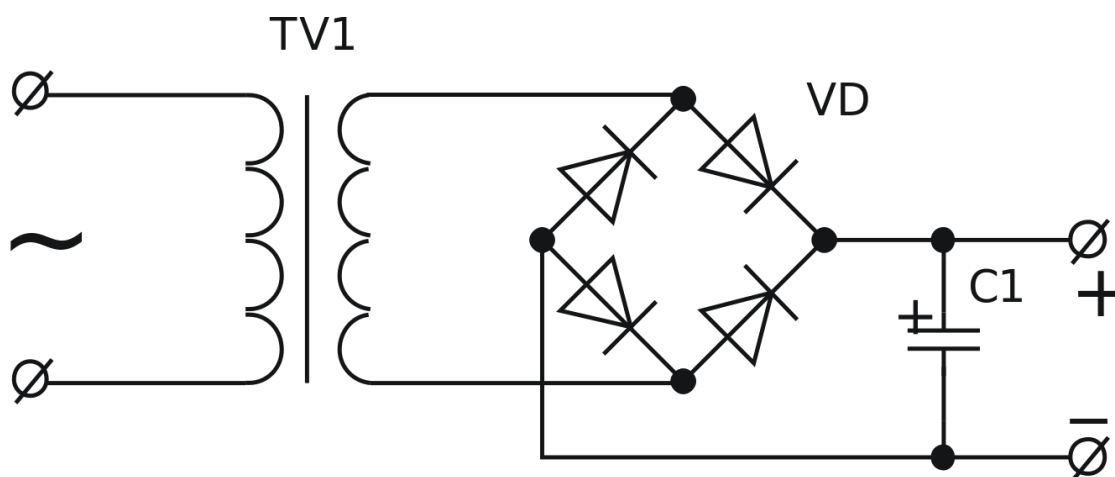


Рис.№ 1.6. Типова схема включення трансформаторного блоку живлення

Переваги:

- Зменшення габаритних розмірів приладу, порівняно із попередніми варіантами блоків живлення

Недоліки:

- Висока взаємозалежність коливань напруги на виході блоку живлення від коливань напруги у мережі живлення. Допустиме відхилення у мережі 5% - коливання від 209 до 231 Вольт , а граничне 10% - коливання від 198 до 242 Вольт. У такому ж співвідношенні буде змінюватися і напруга виходу. Для того аби уникнути цього недоліку у схему блока живлення додають стабілізатори.

1.2.3 Імпульсні блоки живлення[5]

					БР. 6.050802.051.008 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		23

Імпульсні блоки живлення є найефективнішими блоками живлення. Також неможливо не помітити, що фізичні розміри імпульсних блоків живлення відносно дуже малі. У схемі цього приладу, навіть при роботі із великими потужностями, відсутній понижуючий трансформатор, який є одним із найбільш габаритних елементів.

Аби розібратися у принципі роботи імпульсного блоку живлення необхідно розглянути блок-схему зображену на Рис.№ 1.7.

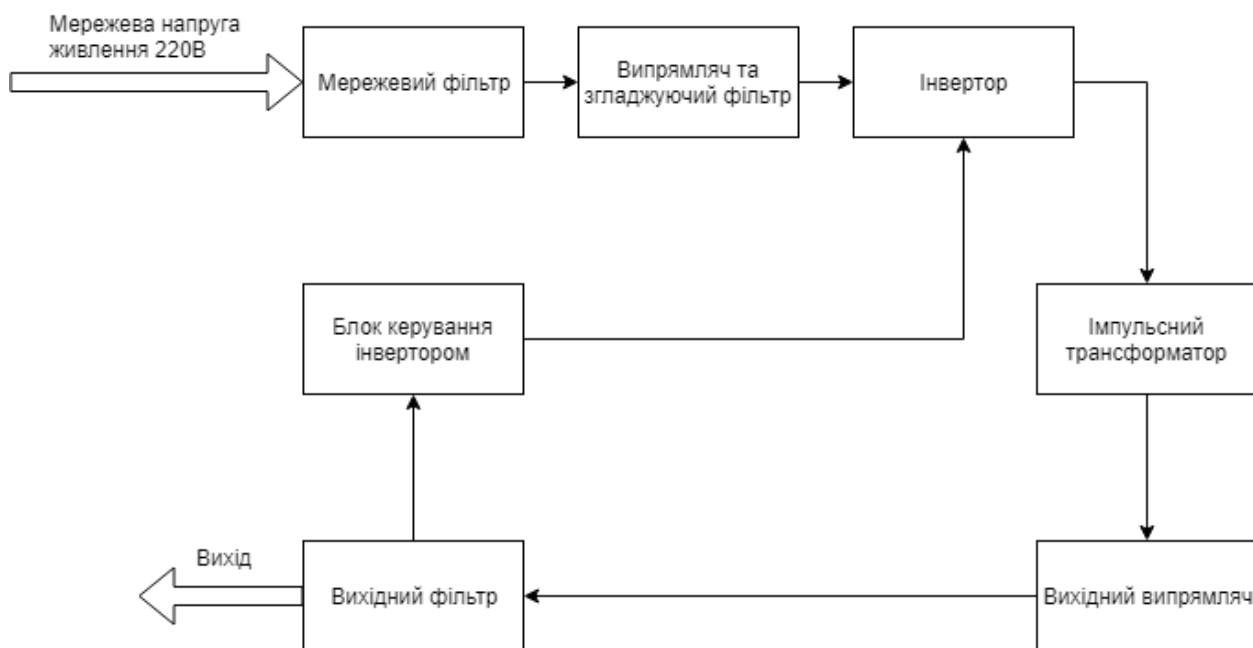


Рис. № 1.7. Структурна схема імпульсного блоку живлення.

Отже, сигнал із промислової мережі змінної напруги потрапляє до мережевого фільтра. Основною роллю мережевого фільтра є мінімізація мережевих завад. Наступним іде блок випрямляча та згладжуючого фільтра, що виконують перетворення змінної напруги у імпульсне постійне із малими пульсаціями. Наступним етапом проходження сигналу є інвертор, який керується спеціальним блоком керування інвертора. Основною задачею інвертора є участь у формуванні прямокутних сигналів високої частоти. Наступним і найвизначнішим блоком є імпульсний трансформатор, що призначений для роботи на високих частотах. Наступним блоком у який потрапляє сигнал є вихідний випрямляч. Він використовується для випрямлення вторичної напруги імпульсного блоку живлення. Перед виходом із блока живлення сигнал також має пройти вихідний фільтр. Дана система також має негативний зворотній зв'язок за рахунок якого відбувається спостереження за вихідними значеннями напруги.

Слід вказати, що імпульсні блоки живлення не є ідеальними. Дуже великий рівень імпульсних шумів на виході, низька надійність та висока складність конструювання є основними недоліками даного блоку живлення.

1.2.4 Порівняння блоків живлення

Для розроблювальної системи необхідно обрати такий блок живлення, який буде повністю задовольняти ТЗ. Для того аби визначити, який із вищевказаних типів обрати, порівняємо їх основні недоліки та переваги, що наведені у Табл.2. Однак, ми не будемо враховувати безтрансформаторні блоки живлення, через високі вимоги до значення пульсацій напруги у ТЗ.

Основні переваги та недоліків блоків живлення Табл. 2

Трансформаторний Б.Ж.	Імпульсний Б.Ж.
+ Висока надійність	+Невеликі розміри та вага
+Простий у конструюванні	+Дуже високий ККД
+Відсутність паразитних коливань	+Споживає менше енергії
+Доступність елементної бази	+Наявність схем захисту
-Великі розміри та вага	-Висока ціна
-Зниження ККД через стабілізатор	-Наявність паразитних шумів
	-Висока складність конструювання.

Провівши аналіз переваг та недоліків даних двох блоків живлення можна певно сказати, що трансформаторний блок живлення є кращим для реалізації конструювання системи освітлення. Незважаючи на усі плюси імпульсних блоків живлення, необхідно зазначити, що наявність паразитних шумів дуже небажано впливатиме на світлодіодний драйвер. Також одним із критеріїв оцінки даної системи є висока надійність, тому невисокий ККД та великі габарити не є вагомими причинами аби відмовитись від трансформаторного блоку живлення.[6]

1.3 Стабілізатор напруги

Як вже було зазначено раніше, напруга на виході трансформаторного блоку живлення залежить від напруги промислової мережі змінної напруги. Цей недолік буде заважати у подальшій роботі схеми, тому необхідно усунути його за допомогою стабілізатора напруги. Стабілізатором напруги називають електронний прилад, що дозволяє тримати напругу на виході у певних межах, незважаючи на значні зміни вхідної напруги.

Саме від стабілізатора напруги залежить скільки часу буде працювати блок живлення, а тому і вся система освітлення. Тому необхідно приділити особливу увагу при виборі стабілізатора напруги. Головними характеристиками стабілізатора напруги є :

					БР. 6.050802.051.008 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		25

- Потужність
- Діапазон стабілізації
- Швидкість регулювання
- Умови роботи
- Рівень шуму
- Наявність захисту
- Точність регулювання

Для розробки світлодіодної системи освітлення розглянемо два типи стабілізаторів:

1. Лінійні стабілізатори напруги
2. Параметричні стабілізатори напруги

1.3.1 Лінійний стабілізатор напруги

Даний вид стабілізаторів напруги являють собою звичайний дільник напруги. В залежності від розташування елемента із змінним опором їх також поділяють на : послідовні (елемент регулювання включений послідовно із навантаженням) та паралельні (елемент регулювання включений паралельно до навантаження). Існує також розділення лінійних стабілізаторів за способом стабілізації, а саме: параметричні (ділянка ВАХ приладів має велику крутизну) та компенсаційні (наявний зворотній зв'язок, тобто напруга на виході стабілізатора порівнюється із певним еталонним значенням, за наявності різниці відбувається формування керуючого сигналу для елемента регулювання). Типову схему включення лінійного послідовного параметричного стабілізатора напруги зображено на Рис. № 1.8.

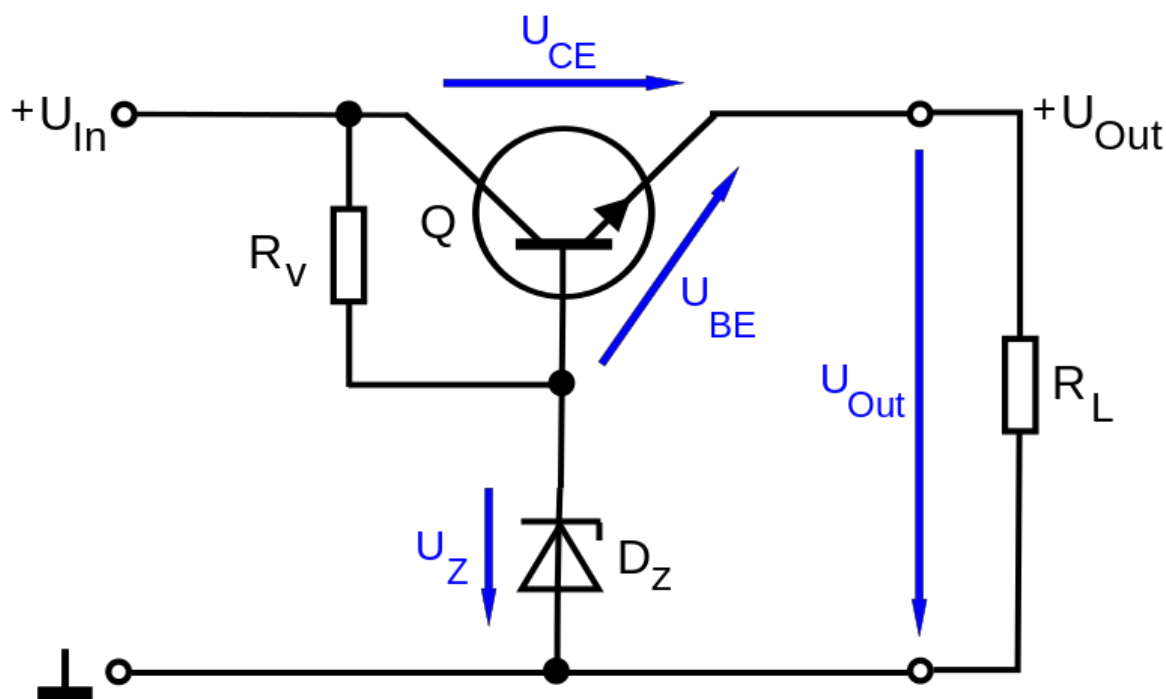


Рис. № 1.8. Типова схема включення лінійного послідовного параметричного стабілізатора напруги

На верхнє плече зазвичай подається нестабілізована напруга із входу, а стабілізована знімається вже із нижнього плеча. Змінюючи опір одного із плеч дільника дозволяє нам регулювати значення напруги на виході стабілізатора. Слід зауважити, що елемент регулювання має витримувати високі значення потужності. Саме на цьому елементі вивільняється більша частина потужностей у вигляді тепла, тому рекомендовано передбачити у даному приладі радіатор для тепловідводу.

1.3.2 Імпульснийний стабілізатор напруги

Імпульсні стабілізатори мають набагато менші втрати порівняно із лінійними. Це зумовлено тим, що елемент регулювання у них працює у ключовому режимі. Тобто для елемента регулювання властиві лише два стани – повністю закритий та повністю відкритий. Завдяки цьому спад напруги на ньому мінімальне, що означає і мінімальне значення потужності також. Залежність значення вихідної напруги імпульсного стабілізатора прямопропорційна довжині вхідних імпульсів.

1.3.3 Порівняння мікросхем – стабілізаторів напруги [7-10]

Для реалізації проекту буде достатньо використання лінійного стабілізатора напруги. Порівняємо основні характеристики для декількох обраних мікросхем для вибору тієї, що буде використана в побудові:

					БР. 6.050802.051.008 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

КР142ЕН9

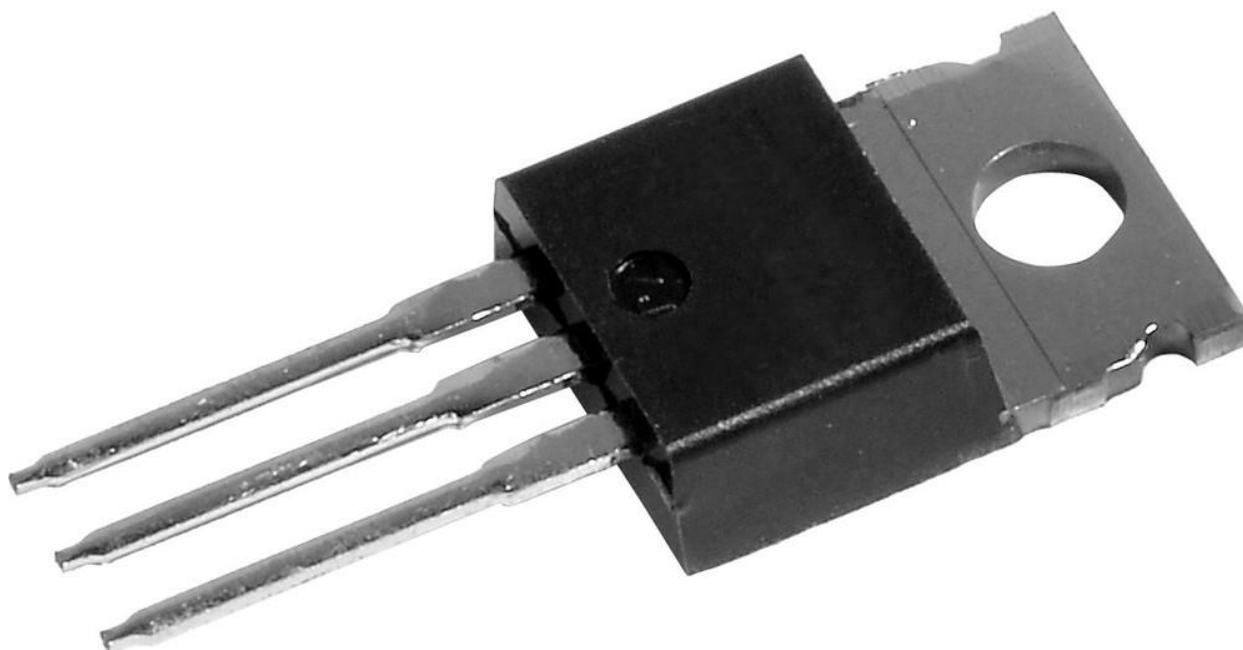


Рис. № 1.9. Зовнішній вигляд КР142ЕН9

Основні характеристики КР142ЕН9 Таблиця 3.

Максимальна вхідна напруга, В	38
Максимальна вихідна напруга, В	24
Максимальний вихідний струм, А	2
Падіння напруги, В	2.5
Максимальна розсіювальна потужність, Вт	35
Діапазон робочих температур, °С	Від - 40 до +75

LM7824



www.chipdip.ru

Рис. № 1.10. Зовнішній вигляд LM7824

Основні характеристики LM7824 Таблиця 4.

Максимальна вхідна напруга, В	40
Максимальна вихідна напруга, В	24
Максимальний вихідний струм, А	1.5
Падіння напруги, В	2.5
Максимальна розсіювальна потужність, Вт	35
Діапазон робочих температур, °С	Від 0 до 125

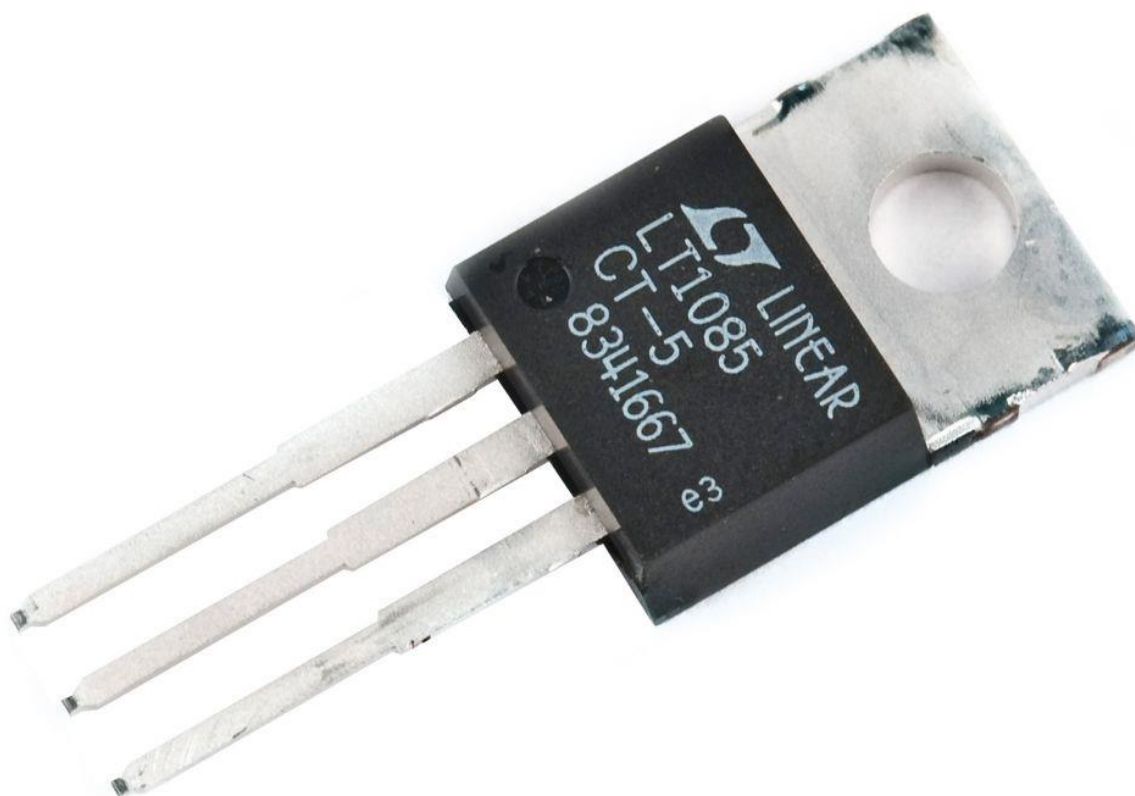


Рис. № 1.11. Зовнішній вигляд LT1085

Основні характеристики LT1085 Таблиця 5.

Максимальна вхідна напруга, В	30
Максимальна вихідна напруга, В	25
Максимальний вихідний струм, А	5
Падіння напруги, В	1.25
Максимальна розсіювальна потужність, Вт	30
Діапазон робочих температур, °C	Від - 40 до +75

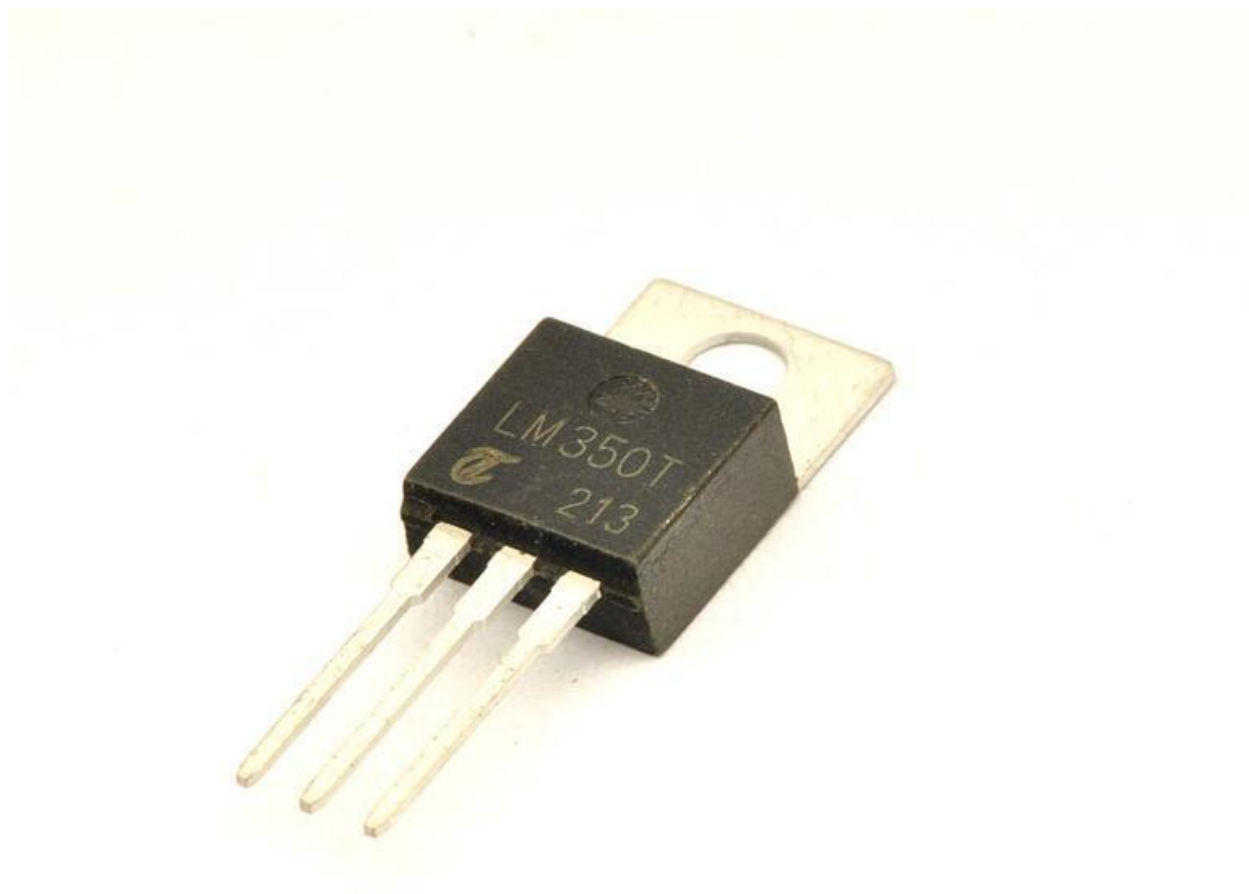


Рис. № 1.12. Зовнішній вигляд LM350

Основні характеристики LM350 Таблиця 6.

Максимальна вхідна напруга, В	33
Максимальна вихідна напруга, В	30
Максимальний вихідний струм, А	3
Падіння напруги, В	1.25
Максимальна розсіювальна потужність, Вт	30
Діапазон робочих температур, °C	Від 0 до 125

Провівши огляд основних характеристик та більш детальне вивчення технічної документації на стабілізатори напруги, було вирішено використовувати LM7824.

Даний електронний пристрій має такі переваги:

					БР. 6.050802.051.008 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		31

- Відсутня необхідність зовнішніх компонентів
- Внутрішній термозахист
- Захист вихідного транзистора
- Внутрішнє обмеження струму КЗ
- Висока надійність
- Ідеальні вихідні параметри для виконання ТЗ.

1.4 Світлодіодний драйвер[11][12]

Оскільки дуже широкого використання набули освітлювальні система із використанням світлодіодів, високими темпами зростає необхідність використання додаткових приладів, необхідних для правильного функціонування даних систем. Адже світлодіодні системи освітлення мають дуже високі вимоги до параметрів вхідного сигналу. Саме для того, аби світлодіоди працювали у нормальному режимі використовують спеціальні прилади – світлодіодні драйвери.

Світлодіодний драйвер - електронний пристрій, що стабілізує струм для живлення світлодіодів. Тобто іншими словами, драйвер є джерелом живлення. Як нам відомо, світлодіод – напівпровідниковий прилад, ключовою характеристикою якого є струм. Використання світлодіодного драйверу надає змогу жити світлодіоди стабільним струмом, не допускаючи небажаних змін його значення. Завдяки використанню цього девайсу період використання систем освітлення на основі світлодіодів можна збільшити у декілька разів.

Основними характеристиками світлодіодного драйвера можна назвати:

- Номінальний струм споживання
- Вихідна напруга
- Потужність драйверу

Найважливішою із даних характеристик є потужність, адже саме потужність світлодіодного драйверу дає змогу визначити кількість світлодіодів, яку можна використати при розробці освітлювального приладу. Розрахунок потужності проводиться за формулою :

$$P_{др} = P_{св} * N, \text{ де}$$

$P_{др}$ – Потужність драйверу;

$P_{св}$ – Потужність світлодіода;

N – кількість світлодіодів ;

					БР. 6.050802.051.008 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Драйвери для світлодіодів розділяються на два основні типи:

1. Лінійні
2. Імпульсні, що у свою чергу поділяються на
 - Понижуючі
 - Підвищуючі

Розглянемо детальніше обидва типи:

Лінійні світлодіодні драйвери

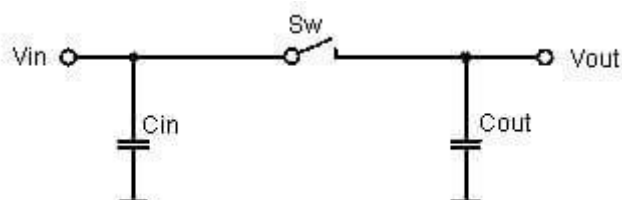


Рис. № 1.13. Типова схема лінійного драйверу

Основний принцип роботи лінійного драйверу полягає у тому, що вхідний сигнал прямує до виходу через ключ. При включенні схеми ключ є розімкненим тобто на виході сигнал відсутній. При його ввімкненні сигнал прямує із входу на вихід. Функцію ключа у даній системі виконує потужний польовий транзистор, що працює у ключовому режимі на високій частоті. Також у схемі даного пристрою наявні вхідний та вихідний конденсатори, що виконують згладження стрибків напруги відповідно на вході та виході системи. Переваги даного типу драйверу полягають у відсутності електромагнітних коливань, низькій вартості та простоті конструкції. Однак, перераховані переваги драйвера не сприяли широкому використанню. Оскільки даний тип драйверів може використовуватися лише у малопотужних системах та ККД пристрою не перевищує позначки 80%. Неможливим при такій низькій ефективності стає використання більш потужних світлодіодних елементів. Варто ще зазначити, що у процесі роботи лінійні драйвери виділяють дуже велику кількість тепла.

Імпульсні понижуючі світлодіодні драйвери

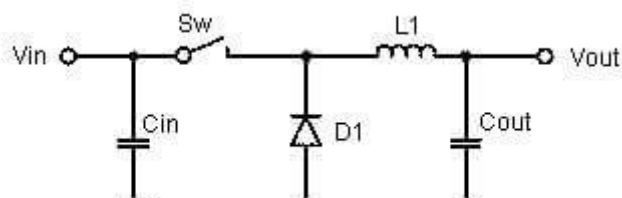


Рис. № 1.14. Типова схема імпульсного понижуючого драйверу

Принцип дії імпульсних понижуючих світлодіодних драйверів є більш складним у порівнянні з лінійними драйверами, однак має ширші можливості у використанні. При включенні схеми ключ є розімкненим тобто на виході сигнал відсутній. Після замкнення ключа струм на виході плавно зростає. Відбувається процес накопичення енергії на дроселі. Після розімкнення ключа відбувається розряд ЕРС самоіндукції дроселя, що дозволяє струму не миттєво обриватися, а продовжити протікати у ланцюгу із діодом та навантаженням. Для керування у якості ключа найчастіше всього виступає мікросхема. Керування зміною станів ключа на дуже високій частоті дозволяє отримати доступ до використання більш потужних світлодіодних елементів. ККД імпульсних понижуючих світлодіодних драйверів більше, на відміну від лінійних, і сягає позначки 90% та інколи більше. Проте слід згадати недоліки даного типу драйвера, що виникли за рахунок наявності у схемі додаткових елементів. Індуктивність при роботі стає джерелом електромагнітних завад та збільшує габарити

Імпульсні підвищуючі світлодіодні драйвери

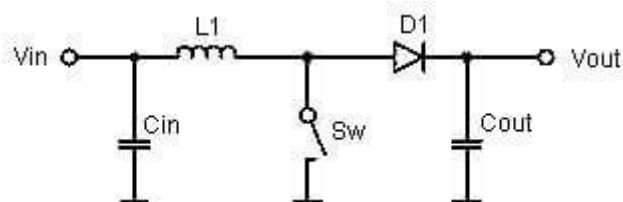


Рис. № 1.15. Типова схема імпульсного підвищуючого драйверу

Використання підвищуючих світлодіодних драйверів необхідне при умові, що напруга джерела струму буде мати менше значення за робочу напругу світлодіоду. При включенні схеми ключ є розімкненим тобто напруга входу рівна вихідній. Після замкнення ключа струм починає процес накопичення енергії на дроселі. Після того як ключ розмикається, індуктивність за ЕРС самоіндукції розряджається і прямує ланцюгом до виходу через діод та паралельно заряджає вихідну ємність. На виході сигнал буде мати вище значення аніж вхідний. Збільшення напруги вихідного сигналу отримане за рахунок додавання до вхідної ЕРС самоіндукції дроселя. Із часом, звісно, відбувається процес розрядки енергії дроселя. У період зарядки дроселю при вмиканні ключа його роль для живлення вихідного ланцюгу виконує вихідна ємність. Для керування у якості ключа найчастіше всього виступає мікросхема. ККД імпульсних підвищуючих світлодіодних драйверів перевищує 90%. Недоліками такого типу драйверів можна назвати високі габарити, наявність електромагнітного джерела завад.

При використанні світлодіодного драйверу також можлива функція димування. Димуванням прийнято називати процес зміни яскравості світіння світлодіоду, тобто змінювати струм через світлодіод. Завдяки даній функції можливо встановити освітленість відповідно до вимог, а також збільшити період роботи пристрою. Димування за допомогою драйверу може бути досягнене двома способами:

- Аналогове димування

Даний вид реалізації зміни струму через світлодіоди полягає у використанні резистору змінного номіналу, який і є регулятором вихідного струму. Недоліками даного виду можна назвати залежність кольору випромінюваного світла від прямого струму світлодіодів. Хоча тут і наявний кольоровий ефект, неможливо заперечити простоту, надійність та високий ККД аналогового виду димування.

- ШІМ димування

Даний вид реалізації зміни струму через світлодіоди полягає у використанні генератора ШІМ сигналів. ШІМ сигнали надходять до драйверу і здійснюють регулювання коефіцієнтом заповнення. Сигнали, що надходять на драйвер для стабілізації, після обробки виходять із нього до світлодіодів із великою частотою. За рахунок високого значення частоти людському оку непомітне мерехтіння, тобто момент виключення світлодіодів і їх ввімкнення. До недоліків ШІМ димування можна віднести порівняно низький ККД, відносно більша складність, а найважливіше – даний вид димування негативно впливає на зір людини.

Провівши аналіз, та дослідивши існуючі види світлодіодних драйверів, а також види димування, були зроблені висновки, що допоможуть у конструюванні драйвера. Для реалізації проекту світлодіодної системи освітлення буде використаний імпульсний понижуючий драйвер світлодіодів. Для даного драйверу також можлива реалізація функції димування, яку можна буде виконати 4 способами. Керуючим пристроєм для даного драйверу буде мікросхема LM3409. Її було обрано при порівнянні основних характеристик мікросхем, що можуть виконувати аналогічні функції та задовольняти ТЗ. Слід зазначити, що небажаним було занадто перевищувати вимоги ТЗ. Основні характеристики можна побачити у Таблиці 7.[13-15]

Основні електричні параметри мікросхем керування драйверу Таблиця 7.

Назва мікросхеми	UC3845	LM3409	CPC9909	NLC30082
ШІМ димування	+	+	+	+
Аналогове димування	+	+	+	+
Діапазон робочих напруг, В	36	6-42	12-550	85-265
Вихідний струм, А	1	1	3	0.5
Потужність, Вт	10	16	24	12

1.5 Розгляд основних параметрів світлодіодів та їх вибір [15-18]

Світлодіод – напівпровідниковий пристрій, що при пропусканні крізь себе електричного струму, випромінює світло. Тобто це є прилад основною властивістю якого є електролюмінісценція. Основними параметрами даного приладу, за деякими із них і буде виконане порівняння, є:

- Світловий потік - фізична величина, що показує кількість випромінюваного світла. Вимірюється у люменах.
- Потужність споживання
- Світловіддача – один із найважливіших параметрів за яким оцінюється ефективність приладу. Вимірюється у люменах на ватт.
- Колірна температура – величина, що характеризує спектральний склад випромінюваного світла. Вона впливає на сприйняття кольору у залежності від інтенсивності освітлення. Вимірюється у Кельвінах.
- Індекс передачі кольору – величина, що показує ідентичність відображення кольору.
- Продуктивність
- Фізичні розміри
- Напруга живлення
- Струм

Необхідно зазначити, що існує не один вид світлодіодів. Окрім звичного світлодіода існують ще:

- Світлодіод, що мерехтить. Випромінювання світла відбувається не постійно, а при певній частоті.
- Трибарвні. Містять у собі непок'єднані між собою кристали, що працюють незалежно одне від одного
- RGB світлодіод. Світлодіод, що здатен випромінювати три кольори – червоний, зелений та синій. На відміну від попереднього виду світлодіодів, кристали RGB світлодіода пов'язані між собою

Існує багато варіантів виконання світлодіоду, їх форми дуже різноманітні. Зовнішній вигляд декількох з них можна побачити на Рис. 1.16.



Рис. 1.16. Різні форми світлодіодів

Найсучаснішими є SMD світлодіоди. Саме їх буде використано для розробки системи освітлення у оптичному мікроскопі.

					БР. 6.050802.051.008 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

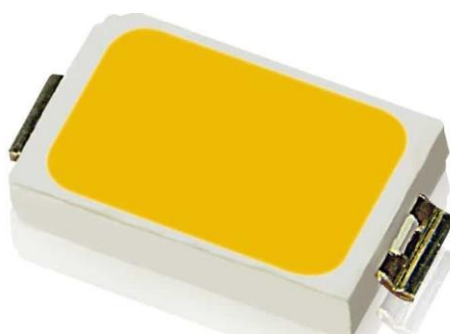
Основні характеристики SMD світлодіодів зображених на Рис.1.17 можна побачити у Таблиці 8

Основні параметри SMD світлодіодів Таблиця 8.

Марка	Розміри, мм	Потужність, Вт	Струм, мА	Світловий потік, Лм
5630	5,6/3,0	0,5	150	57
5730	5,7/3,0	0,5 або 1	150 або 300	50 або 150
2835	2,8/3,5	1	350	100
5050	5,5/1,6	0,2	60	10



А) SMD 5630



Б) SMD 5730



В) SMD 2835



Г) SMD 5050

Рис. 1.17 Зовнішній вигляд світлодіодів

Відповідно до ТЗ до освітлювальної системи було обрано SMD світлодіод марки 2835. Даний вибір спирається на те, що даний світлодіод має переваги у великій кількості параметрів. Маленькі розміри, високі показники світлового потоку та висока потужність однозначно задовольняють умови для системи світлодіодного освітлення у оптичному мікроскопі.

Висновки

У даному розділі були розглянуті основні види освітлювальних елементів, що використовуються для конструювання освітлювальних систем. Розглянуті їх технічні параметри, визначені основні переваги та недоліки кожного виду. Надана інформація про світлодіодні освітлювачі, технічні характеристики деяких марок світлодіодів. Провівши аналіз розглянутих даних був обраний світлодіодний тип освітлювача. Цей вибір обумовлений високою надійністю, світловими характеристиками та ергономічністю. У ролі освітлювача був обраний світлодіод SMD2835. Даний світлодіод має відносно великий світловий потік для свого розміру. Слід зазначити, що дана марка світлодіоду розрахована на досить високу розсіювальну потужність. Також була приведена інформація про блоки живлення, що містила у собі основоположні принципи розробки, розрахунки та характеристики. Надалі був виконаний вибір типу блока живлення та елементи для його створення. А саме був обраний трансформаторний блок живлення із стабілізатором напруги. Вибір такого типу блоку живлення базується на необхідності подачі стабільної напруги, простоті при ремонті та не дуже високою ціною. Після розгляду мікросхем стабілізаторів та їх характеристик був зроблений вибір. У якості стабілізатора використовується LM7824, що була обрана з урахуванням напруги живлення драйверу, надійної роботи, доступності та ціни. Також у даному розділі приведена основна інформація про драйвери світлодіодів, проведений аналіз їх характеристик. Після чого було прийняте рішення про використання світлодіодного драйверу на основі LM3409, що повністю відповідає вимогам ТЗ, а саме вихідна потужність більше 10Вт та стабільність вихідного струму.

					БР. 6.050802.051.008 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. РОЗРОБКА СВІТЛОДІОДНОЇ СИСТЕМИ ОСВІТЛЕННЯ

2.1 Розробка структурної схеми світлодіодної системи освітлення об'єкту у оптичному мікроскопі

Структурна схема розроблювального пристрою можна побачити на Рис.2.1. та у додатку під шифром БР. 6.050802.051.008 Е1 . Із даного рисунку можемо сказати, що схема складається із трьох основних блоків:

- А1 – Блок живлення;
- А2 – Блок драйверу;
- А3 – Блок освітлення;

Структурна схема показує, що сигнал надходить із промислової мережі живлення до першого блоку – блоку живлення. Даний блок виконує декілька функцій. Спершу, шляхом проходження сигналу через понижуючий трансформатор та мостовий випрямляч. Після цього струм та напруга у приладі вже не є змінними, а постійним хоча і пульсуючим. Далі сигнал проходить через мікросхему-стабілізатор LM7824. У результаті цього сигнал є стабілізованим та задовольняє вимоги до живлення, тобто має на виході стабільні 24 В із мінімальними пульсаціями, що не перевищують 0.4%. Однак на стабілізаторі напруги відбувається падіння напруги, що є компенсованим зростом значення сигналу після випрямлення.

Після проходження блоку живлення сигнал 24 Вольти надходить до наступного блоку – блоку драйвера. Блок драйвера є дуже вимогливим до вхідної напруги, що має лежати у межах 6 – 42 В. Загалом світлодіодним драйвером називають електронний пристрій, що стабілізує струм для живлення світлодіодів.

Світлодіодний драйвер, основним параметром якого є вихідний струм був реалізований на мікросхемі LM3409, а також додаткових компонентів для неї. Також елементи саме цього блоку дозволяють оперувати значенням струму світлодіодів.

Після проходження блоку драйвера стабілізований струм потрапляє до блоку освітлення. Блок освітлення складається із світлодіодних джерел світла, що розміщені симетрично відносно центра плати у вигляді кільця. Даний блок розрахований на 16В, 1А. тобто може підтримувати освітлення потужністю 16Вт.

					БР. 6.050802.051.008 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Промислова мережа напруги живлення
220В, 50 Гц



Рис. 2.1. Структурна схема світлодіодної системи освітлення об'єкту у оптичному мікроскопі

2.2 РОЗРОБКА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ СВІТЛОДІОДНОЇ СИСТЕМИ ОСВІТЛЕННЯ

					БР. 6.050802.051.008 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		40

Система освітлення складається із 3 блоків. Кожен із цих блоків буде реалізований окремо одне від одного, на власних друкованих платах, через необхідність підлаштовуватись до конструкції мікроскопу.

2.2.1 Розрахунок до електричної принципової схеми блока живлення

Розпочати проектування блоку живлення необхідно із стабілізатору напруги на основі LM7824. На виході стабілізатору отримується напруга 24В. Також слід зазначити, що за технічною документацією, максимальний струм на виході цієї мікросхеми не перевищує 1.5 А. Тобто маємо початкові параметри :

- $U_{вих} = 24 \text{ В.}$
- $I_{вих} = 1.5 \text{ А.}$

Для початку необхідно розрахувати напругу, $U_{вх.ст.}$, що має подаватися на вхід стабілізатора для отримання необхідного $U_{вих} = 24 \text{ В.}$

$$U_{вих} = U_{вх.ст.} - U_{ж}, \text{ де}$$

$U_{ж}$ – падіння напруги на мікросхемі КР142ЕН9Б (приблизно 2.5 В.)

$$U_{вх.ст.} = 24 + 2.5 = 26.5 \text{ (В)}$$

Тепер розрахуємо розсіювану потужність на мікросхемі стабілізатора, за формулою:

$$P_{роз.} = (U_{вх.ст.} - U_{вих}) * I_{вих}$$

$$P_{роз.} = (26.5 - 24) * 1.5 = 3,75 \text{ (Вт)}$$

Далі необхідно зазначити, що у технічній документації до мікросхеми LM7824 існують такі вимоги до ємностей конденсаторів C1 та C2;

Конденсатор C1 – конденсатор згладжуючого фільтра, що може виконувати роль вхідної ємності стабілізатора, якщо він розташований на відстані не менше 70 мм. від мікросхеми. Ємність C1 має бути більше за 2.2 мкФ для керамічних чи оксидних танталових конденсаторів, або більше 10мкФ для алюмінієвих оксидних конденсаторів.

Однак, як вже було згадано C1 – конденсатор згладжуючого фільтра, і він може бути розрахований за формулою:

$$C1 = 3200 * I_n / (U_n * k_p), \text{ де}$$

k_p – коефіцієнт пульсації випрямленої напруги.

U_n – напруга на навантаженні

I_n – максимальний струм навантаження

U_n для даного випадку буде рівним $U_{вх.ст.}$

I_n беремо рівним 1.5 А

Коефіцієнт пульсації випрямленої напруги k_p оберемо із умови до пульсації напруги у джерелах живлення (не більше $0.01 - 10^{-5}$)

$$C1 = 3200 * \frac{1.5}{26.5 * 0.01} = 18133 \text{ (мкФ)}$$

Розраховане значення ємності цього конденсатору виявилось досить високим, що можна пояснити високими вимогами до пульсації напруги.

					БР. 6.050802.051.008 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Значення ємності можна буде зменшити у декілька разів за рахунок наявності стабілізатора напруги.

Конденсатор С2 – вихідний конденсатор основною функцією якого є зменшення вихідного опору та згладження залишкової пульсації випрямленої напруги. Рекомендації щодо С2 стверджують, що необхідно використовувати керамічні конденсатори ємністю не менше 1 мкФ або алюмінієвих оксидних конденсаторів ємністю не менше 10 мкФ.

Для даних конденсаторів вибирають на 25% більшу за напругу U_n , тобто вони мають бути розраховані на напругу роботи більшу за

$$26.5 * 1.25 = 33.125 \text{ В}$$

Розрахуємо значення напруги на вторинній обмотці трансформатора U_2 враховуючи таку залежність:

$$U_2 = U_{\text{випр.}} + U_{\text{втр.}}, \text{ де}$$

$U_{\text{випр.}}$ – значення напруги на виході мостового випрямляча

$U_{\text{втр.}}$ – Напруга, яка втрачається на діодах

$$U_{\text{випр.}} = \frac{U_{\text{вх. ст.}}}{\sqrt{2}}$$

Дана формула вказує на те, що конденсатор фільтру збільшує значення випрямленої напруги у 1.41 рази. Тож отримуємо, що на виході випрямляча значення напруги рівне:

$$U_{\text{випр.}} = \frac{26.5}{1.41} = 18.7 \text{ (В)}$$

Тепер чисельно оцінимо параметр $U_{\text{втр.}}$. Як усім відомо, при р-п переході діода у прямому зміщенні відбувається падіння напруги на значення приблизно 0.6 В. У двохнапівперіодній мостовій схемі випрямляча одночасно вмикаються у прямому зміщенні 2 діоди, тому маємо

$$U_{\text{втр.}} = 0.6 * 2 = 1.2 \text{ (В)}$$

Тепер можемо визначити значення U_2

$$U_2 = 18.7 + 1.2 = 19.9 \text{ (В)}$$

Одразу за ним знайдемо струм вторинної обмотки I_2

$$I_2 = 1.5 * I_n;$$

$$I_2 = 1.5 * 1.5 = 2.25 \text{ (А)};$$

Тепер розрахуємо потужність P_2 , що споживає випрямляч від вторинної обмотки трансформатора

$$P_2 = U_2 * I_2$$

$$P_2 = 20 * 2.25 = 45 \text{ (Вт)};$$

Потужність трансформатора може бути розрахована за формулою

$$P_{\text{тр}} = 1.25 * P_2$$

$$P_{\text{тр}} = 1.25 * 45 = 56.25 \approx 57 \text{ (Вт)};$$

Наступним кроком буде розрахунок струму, що протікає у первинній обмотці трансформатора:

					БР. 6.050802.051.008 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$I_1 = \frac{P_{тр}}{U_1}$$

$$I_1 = \frac{56.25}{220} = 0.255(A)$$

Розрахунок площі перерізу осердя магнітопроводу можна знайти за формулою:

$$S = \sqrt{P_{тр}}$$

$$S = \sqrt{56.25} = 7.5(см^2)$$

Розрахуємо кількість витків первинної та вторинної обмоток трансформатора за формулами:

$$W_1 = 50 * U_1 / S$$

$$W_2 = 50 * U_2 / S$$

$$W_1 = 50 * \frac{220}{7.5} \approx 1467 \text{ (одиниць)}$$

$$W_2 = 50 * \frac{18}{7.5} \approx 120 \text{ (одиниць)}$$

Діаметр мідного дроту розраховується за формулою:

$$d_1 = 0.7 * \sqrt{I_1}$$

$$d_2 = 0.7 * \sqrt{I_2}$$

$$d_1 = 0.7 * \sqrt{0.255} = 0.5 \text{ (мм)}$$

$$d_2 = 0.7 * \sqrt{2.25} = 1.5 \text{ (мм)}$$

Після перетворення напруги на трансформаторі, вона надходить до мостового випрямляча. Для конструювання якого необхідно використати діоди, електричні параметри яких можна вирахувати за формулами:

$$U_{зв. макс.} = 1.57 * U_n (В)$$

$$I_{д. макс.} = I_n * 1.57 (А)$$

$$U_{зв. макс.} = \sqrt{2} * 26.5 = 37.5 (В)$$

$$I_{д. макс.} = 1.5 * 1.57 = 2.36 (А)$$

За даними, що були отримані при розрахунках можемо розробити електричну принципову схему блоку живлення. Її вигляд зображений на Рис.2.2. Даний рисунок електричної принципової схеми був виконаний у спеціалізованій комп'ютерній програмі із назвою "Eagle CAD"

					БР. 6.050802.051.008 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

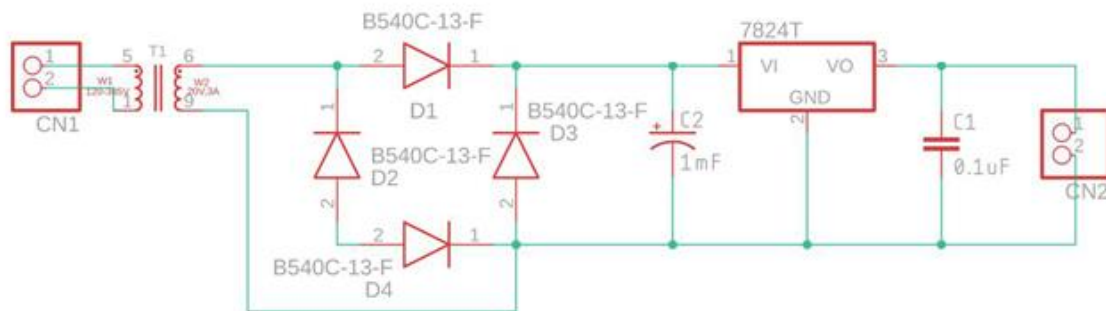


Рис. 2.2 Електрична принципова схема блоку живлення.

2.2.2 Розрахунок до електричної принципової схеми блока світлодіодного драйвера

Із технічної документації до мікросхеми LM3409 можемо встановити значення ємності конденсатора C2, значення η - ефективність та вихідних характеристик напруги U_0 та I_{led} . Також приймемо для подальшого розрахунку такі параметри, як робоча частота f , вхідна напруга U_{in} та інші :

$I_{led} = 1 \text{ A}$. $f = 500 \text{ кГц}$. $R_{gate} = 2 \text{ Ом}$.

$U_0 = 16 \text{ В}$. $U_{in} = 24 \text{ В}$. $\Delta U_{in} - pp = 720 \text{ мВ}$.

$\eta = 0.9$. $U_{adj} = 1.24 \text{ В}$.

$C2 = 470 \text{ пФ}$. $I_{adj} = 5 \text{ мкА}$.

Використовуючи дані параметри, значення опору резистору R4 можна розрахувати за формулою:

$$R4 = \frac{-(1 - \frac{U_0}{\eta * U_{in}})}{C2 + 20\text{пФ} * f * \ln(1 - \frac{1.24\text{В}}{U_0})};$$

Виконавши підставлення до цієї формули отримаємо значення R4.
 $R4 \approx 15\text{кОм}$.

Визначимо напругу під назвою CST за формулою:

					БР. 6.050802.051.008 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

$$U_{cst} = \frac{U_{adj}}{5};$$

$$U_{cst} = 248 \text{ мВ.}$$

Тепер знайдемо $t_{роз.}$ – час у якому ключ Q1 знаходиться у розімкненому стані за формулою:

$$t_{роз.} = -R4 * (C2 + 20 \text{ пФ}) * \ln\left(1 - \frac{1.24\text{В}}{U_0}\right);$$

Виконавши підстановку отримаємо:

$$t_{роз.} = 700 \text{ нс.}$$

Δi_{l-pp} – зміна величини струму, що протікає у дроселі. Дана величина виникає за рахунок постійної зміни полярності диференційного датчику мікросхеми. І може бути знайдена за апроксимованою формулою :

$$\Delta i_{l-pp} \approx \frac{1.24 * R4 * C2}{L1};$$

У технічній документації існує рекомендоване значення для даного параметру, його можемо використати у якості обрахованого:

$$\Delta i_{l-pp} \approx 450 \text{ мА.}$$

Також можемо знайти значення індуктивності дроселю $L1$ за формулою :

$$L1 = \frac{U_0 * t_{роз.}}{\Delta i_{l-pp}};$$

Обраховане $L1 = 22 \text{ мкГн.}$

Перейдімо до знаходження максимального струму через дросель за формулою:

$$I_{l \max} = I_{led} + \frac{\Delta i_{l-pp}}{2};$$

Отримаємо $I_{l \max} = 1.22 \text{ А.}$

Подальшим кроком буде розрахунок опору резистора R5:

$$R5 = \frac{U_{adj}}{5 * I_{l \max}}$$

Отримаємо $R5 = 0.2 \text{ Ом.}$

Потім переходимо до визначення комплексного вихідного опору конденсатора Z_c :

$$Z_c = \frac{R_{gate} * \Delta i_{led-pp}}{\Delta i_{l-pp} - \Delta i_{led-pp}}, \text{ де } \Delta i_{led-pp} - \text{коливання струму світлодіодів.}$$

Дане значення залежить від значення Δi_{l-pp} , тож для даного розрахунку приймемо рекомендоване $\Delta i_{led-pp} = 50 \text{ мА.}$

Отримаємо $Z_c = 250 \text{ мОм.}$

					БР. 6.050802.051.008 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Підставимо отримане значення до наступної формули, за допомогою якої знайдемо ємність C5

$$C5 = \frac{1.75}{2 * \pi * f * Zc};$$

Отримаємо C5 = 2.2 мкФ.

Розрахуємо t влк. – час при якому ключ Q1 знаходиться у ввімкненому стані:

$$t_{\text{влк.}} = \frac{1}{f} - t_{\text{роз.}};$$

Отримаємо t влк. = 1.3 мкс.

Підставимо розраховане значення до формули пошуку вхідної ємності – конденсатора C4:

$$C4 = \frac{2 * I_{\text{led}} * t_{\text{влк.}}}{\Delta U_{\text{in}} - p_p};$$

Отримаємо C4 = 3.64 мкФ. Використаємо близьке значення із ряду номіналів C4 = 4.7 мкФ.

Перейдімо до розрахунку струму It та напруги Ut через ключ Q1:

$$U_T = U_{\text{in}};$$

$$I_T = \frac{U_0 * I_{\text{led}}}{U_{\text{in}} * \square};$$

Отримаємо Ut = 24 В. та It = 660 мА.

Після ключа-транзистора розрахуємо значення струму Id та напруги Ud на діоді D1:

$$U_d = U_{\text{in}};$$

$$I_d = (1 - \frac{U_0}{U_{\text{in}} * \square});$$

Отримаємо Ud = 24 В. та Id = 358 мА.

					БР. 6.050802.051.008 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тепер необхідно визначити значення опорів резисторів R1 та R2 за допомогою значень напруг U_{HYS} та $U_{вкл.}$. Значення цих напруг також можна отримати із технічної документації : $U_{HYS} = 1.1 \text{ В.}$ та $U_{вкл.} = 10.1 \text{ В.}$

Використовуємо формули :

$$R2 = \frac{U_{HYS}}{22 \text{ мкА}} ;$$

$$U_{вкл.} = \frac{1.24 \text{ В.} \cdot (R1 + R2)}{R1} ;$$

Розрахувавши перше рівняння та підставивши вже відомі значення у друге та знову розрахувавши отримуємо $R2 = 49.9 \text{ кОм.}$ $R1 = 6.98 \text{ кОм.}$

Тепер слід зазначити про змінний резистор VR1. Його опір є змінним і лежить у межах $0 - 10 \text{ кОм,}$ хоча для роботи даної схеми необхідний проміжок від 0 до 250 Ом. Саме на ньому відбувається процес регулювання струму світлодіодів.

Після виконання розрахунку елементів та повторного дослідження технічної документації були визначені параметри елементів блоку світлодіодного драйвера. Отримані дані дають змогу побудувати електричну принципову схему блоку світлодіодного драйвера, що зображена на Рис.2.3. Даний рисунок електричної принципової схеми був виконаний у спеціалізованій комп'ютерній програмі із назвою "Eagle CAD"

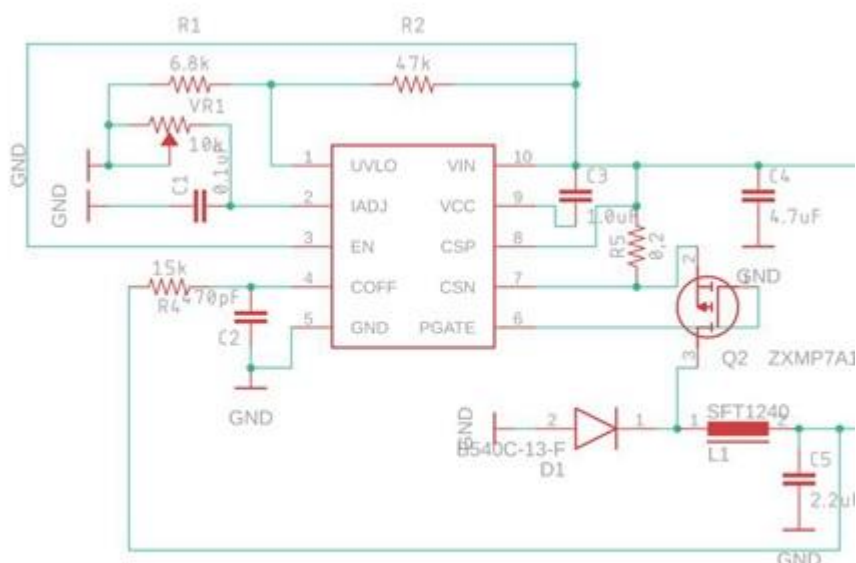


Рис. 2.3. Електрична принципова схема блоку світлодіодного драйвера

2.2.3 Розрахунок до електричної принципової схеми блока освітленнях[19][20]

Для блоку освітлення надходить живлення 16 В. та стабільний струм 1 А. Тобто можемо розрахувати середню потужність Рдр., що споживається даним блоком.

$$P_{др.} = U_0 * I_{led} ;$$

Підставивши ми отримуємо Рдр. = 16 Вт.

З іншої сторони ми маємо :

$$P_{др.} = P_{св.} * N = I_{св.} * U_{св.} * N ; \text{ де}$$

Рсв. – потужність світлодіоду,

Ісв. – струм світлодіоду,

Uсв – напруга світлодіоду,

N – кількість світлодіодів.

Для обраної марки SMD світлодіодів 2835 розрахуємо:

$$P_{др.} = P_{св.} * N = I_{св.} * U_{св.} * N ;$$

$$16 = 0.35 * 3.2 * N;$$

Маємо, що N = 15.

Перед побудовою електричної принципової схеми розрахуємо параметри освітлення, що виконується 1 та усіма 15 світлодіодами. Освітлення буде рахуватися для точки, що лежить на центральній осі оптичного мікроскопа. Світловий потік від кожного сягає приблизно 100 люменів. Тобто можемо розрахувати силу світла за формулою:

$$I = \frac{d\Phi}{d\omega}, \text{ де}$$

Φ – світловий потік,

ω – просторовий кут (кут світіння світлодіодів приймемо 120 градусів за номінальним значенням).

Отже, маємо I = 31.8 Кандел для одного світлодіода та 477 кандел для усіх.

Маючи значення сили світла, можемо перейти до освітленості, яка може бути виражена через формулу

$$E = I \cos\left(\frac{\gamma}{d^2}\right); \text{ де}$$

d це відстань до точки, у якій ми шукаємо освітленість,

γ кут, що виникає між променем та перпендикуляром до поверхні на якій лежить точка освітленість якої ми шукаємо

(для даної моделі мікроскопа візьмемо d рівним довжині штативу, для знаходження мінімальної освітленості при максимальному струмі через світлодіоди, тобто 240мм).

Маємо E = 477 Люкс для усіх 15 світлодіодів.

					БР. 6.050802.051.008 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Після виконання розрахунку елементів та повторного дослідження технічної документації були визначені параметри елементів блоку освітлення. Отримані дані дають змогу побудувати електричну принципову схему блоку освітлення, що зображена на Рис.2.4. Даний рисунок електричної принципової схеми був виконаний у спеціалізованій комп'ютерній програмі із назвою “EasyIdea ”

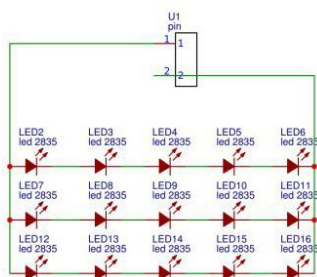


Рис. 2.4. Електрична принципова схема блоку освітлення.

2.3. Розробка світлодіодного драйверу на мікросхемі LM3409

Для виконання світлодіодного драйвера була використана мікросхема LM3409. Її типову схему включення можна побачити на Рис. 2.5.

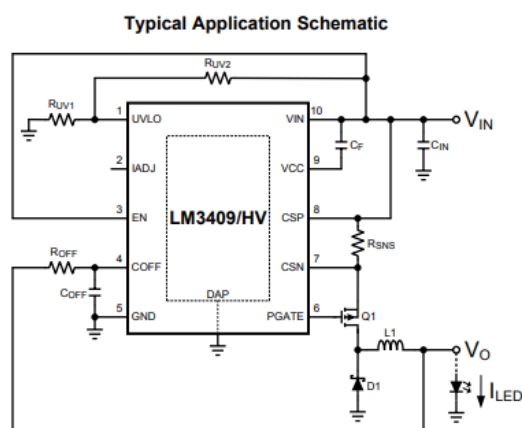


Рис. 2.5. Типова схема включення мікросхеми LM3409

Для використання даної мікросхеми також необхідно розглянути розташування, назви та функції її виводів. Розгляд буде проводитись для корпусу HVSSOP на 10 виводів. Структурна схема даного корпусу зображена на Рис. 2.6.

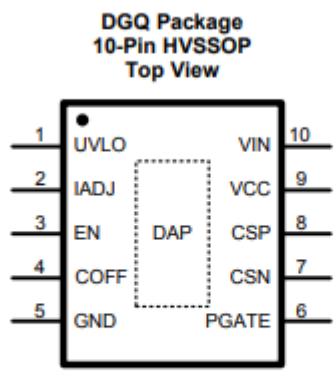


Рис. 2.6. Структурна схема мікросхеми LM3409 у корпусі HVSSOP на 10 виводів.

Призначення виводів мікросхеми LM3409 у корпусі HVSSOP. Таблиця. 9

Назва PIN	Номер PIN	Функціонування
UVLO	1	Вивід, що блокує мінімальну вхідну напругу
IADJ	2	Вивід для аналогового регулювання струму світлодіодів
EN	3	Вивід для ШІМ регулювання струму світлодіодів
COFF	4	Вхід для запису програм, встановлення таймеру вимкнення
GND	5	Вивід заземлення
PGATE	6	Вивід, що під'єднується до ключа
CSN	7	Вивід-сенсор негативної напруги
CSP	8	Вивід-сенсор позитивної напруги
VCC	9	Вивід лінійного регулятора вихідної напруги
VIN	10	Вивід для вхідної напруги

У Таблиці 9 представлені призначення кожного виводу мікросхеми на якій був реалізований світлодіодний драйвер. Основними його характеристиками можна назвати :

Діапазон робочих напруг, В	6-42
Вихідний струм, А	1
Потужність, Вт	16

2.4 Розробка стабілізатору напруги на мікросхемі LM7824

Зовнішній вигляд даної мікросхеми вже був зображений на Рис.1.6. Основні параметри даного стабілізатору напруги можуть бути описані:

Максимальна вхідна напруга, В	40
Максимальна вихідна напруга, В	24
Максимальний вихідний струм, А	1.5
Падіння напруги, В	2.5
Максимальна розсіювальна потужність, Вт	35
Діапазон робочих температур, °С	Від 0 до 125

Також для використання цієї мікросхеми необхідно розглянути її типову схему включення на Рис.2.7 :

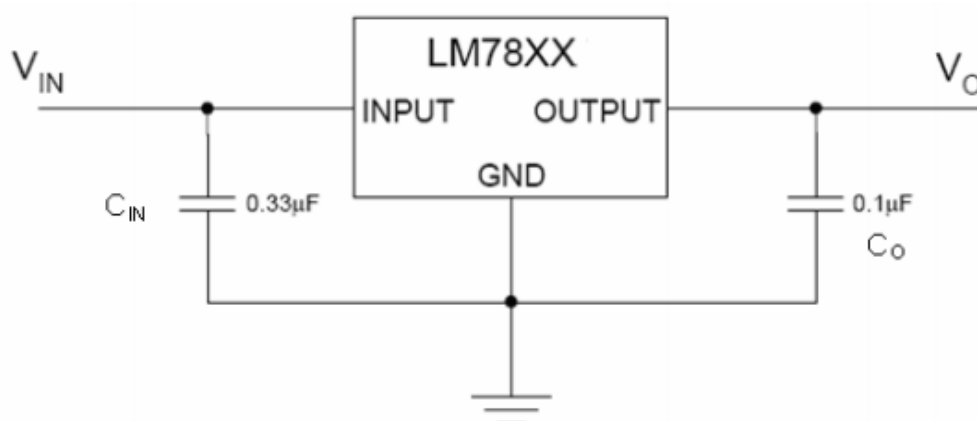


Рис.2.7. Типова схема включення мікросхеми LM7824

2.5. Розробка світлодіодної системи освітлення об'єкту у оптичному мікроскопі

Використовуючи за основу розрахунки, які були проведені у даному розділі роботи, а також спираючись на технічну документацію обраних елементів була розроблена електрична принципова схема світлодіодної системи освітлення об'єкту у оптичному мікроскопі. Дану схему можна переглянути у Додатках до роботи під назвою БР.171.051.008ЕЗ . До електричної принципової схеми розроблювального приладу також додається специфікація, що може бути знайдена у додатках під шифром БР.171.051.008ПЕ.

					БР. 6.050802.051.008 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

У даному розділі роботи була розроблена структурна схема системи. Були визначені, описані та розраховані блоки із яких складається система. Визначені складові елементи кожного з блоків, розраховані їх параметри та визначені взаємозв'язки поміж ними. Відповідно до структурної схеми була створена і розрахована електрична принципова схема приладу.

Розроблена схема електрична принципова світлодіодна система освітлення об'єкту, яка має наступні функції та параметри:

- Підключення до джерела живлення промислової змінної напруги 220В 50Гц
- Стабілізація напруги на вхід світлодіодного драйвера
- Стабілізація струму світлодіодів
- ККД приладу має значення близько 90%
- Підключення відносно потужного блоку освітлення 16 Вт
- Можливість керувати струмом, а тому і яскравістю світіння, світлодіодів
- Повна відсутність небезпечних для життя та здоров'я людини речовин
- Відносно низьке енергоспоживання
- Висока надійність

					БР. 6.050802.051.008 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. РОЗРОБКА ДРУКОВАНОЇ ПЛАТИ

Друкована плата – (ДП) називають пластину із плоского ізоляційного діелектрика, що містить отвори, пази, вирізи та системи доріжок (металевих провідників). Доріжки використовуються для під'єднання елементів одне до одного та встановлення електронних компонентів, а також функціональних вузлів. ДП виготовляється на основі електричної принципової схеми.

3.1. Вибір типу друкованої плати

Для виконання даної задачі необхідно звернутися до ДСТУ 2646-94. Цей державний стандарт визначає існування таких типів друкованих плат:

- односторонні (ОДП)
- двосторонні (ДДП)
- багатошарові (БДП)

Для подальшого вибору типу друкованої плати розглянемо їх більш детально

Односторонні друковані плати мають такі визначні якості:

- Забезпечення виконання підвищених вимог до точності виконання рисунку доріжок.
- Невисока вартість конструкції.
- Можливість використання перемичок із відсутньою ізоляцією.
- Легка установка елементів шляхом навісного монтажу.
- Низька теплова та механічна стійкість
- Низьке значення щільності компоновання.
- Низька собівартість

Двосторонні друковані плати мають такі визначні якості:

- Забезпечення збільшення щільності компоновання у порівнянні із односторонніми.
- Наявність отворів.
- Підвищена міцність.
- Вища собівартість порівняно з односторонніми ДП.

Багатошарові друковані плати мають такі визначні якості:

- Найбільша щільність компоновання .
- Зменшені розміри.
- Підвищена стійкість до механічного та температурного впливів.

					БР. 6.050802.051.008 ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Найвища собівартість .
- Дуже висока трудоемність процесу виготовлення .
- Складність дотримання точності необхідного рисунку.

Для розробки пристрою буде виготовлено 3 друковані плати. Дві з них будуть односторонніми, а саме плата блоку живлення та плата блоку освітлення. Плата блоку світлодіодного драйвера буде двосторонньою. Даний вибір обумовлений невеликими розмірами плат та конструкцією оптичного мікроскопа. Перевагою такого вибору є зменшення собівартості розроблюваного пристрою при забезпеченні необхідних умов механічної міцності. Використання ж багатошарових друкованих плат є економічно не вигідним та нераціональним.

3.2. Вибір матеріалу друкованої плати

Матеріал для друкованої плати може бути підібраний лише із використанням відповідного ГОСТу - ГОСТ 10316-76. Основними матеріалами для виготовлення ДП є - гетинакс, текстоліт, склотекстоліт, ебоніт, мікалексу, вініпласт тощо.

Розглянемо кілька матеріалів:

- Гетинакс - шаровий матеріал, виготовлений методом гарячого пресування особливого паперу, змоченого фенолальдегідною або крезолальдегідною смолою. Має високі електроізоляційні властивості. Добре піддається механічній обробці.
- Текстоліт - пресований шаровий матеріал, що виготовляється з бавовняної тканини або скляної тканини, змоченої фенольдегідною або крезолальдегідною смолами. Перевагами даного матеріалу можна назвати високу теплостійкість, високі механічні властивості, стійкість до стирання.
- Склотекстоліт — виготовлюється із скляних тканин, що змочені спеціальними смолами. Має високий параметр теплостійкості, а також високий параметр електроізоляції . Також до його переваг можна віднести легкість у обробці та гарні показники механічної стійкості.

					БР. 6.050802.051.008 ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Враховуючи те, що дані плати мають відповідати умовам механічної міцності, для виготовлення друкованої плати обрано двобічний фольгований склотекстоліт. Для отворів, що будуть необхідні на двобічній платі виконуються у металізованому варіанті.

Оскільки прилади, що реалізовані на платі, не є високопотужними буде досить використання фольги товщиною 35 мкм. Товщина основи 1.5 мм. буде достатня для виконання вимог механічної стійкості друкованої плати. Параметри та властиві склотекстоліту під марками СТФ-2 та СФ-2-35 підходять до вище визначених умов. Переглянути параметри можна у Таблиці 10

Таблиця 10.

Матеріали друкованих плат

Назва матеріалу	Марка матеріалу	ГОСТ, ТУ	Товщина фольги, мкм	Товщина основи з фольгою, мм
Склотекстоліт фольгований двобічний	СФ-2-35	ГОСТ 10316-68	35	0,8; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0
	СФ-2-50		50	0,8; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0
	FR-4	IPC4101C	12, 18, 35, 70, 105	0,05 – 3,5
Склотекстоліт теплостійкий фольгований двобічний	СТФ-2	ТУ 16-503.161-77	35	0,8; 1,0; 1,5; 2,0; 3,0

3.3. Вибір форми та розміру друкованої плати

Плата блоку світлодіодного драйвера та плата блоку живлення будуть прямокутної форми зважаючи на те, що це спростить розстановку елементів. Даний вибір обумовлений тим, що плата блоку світлодіодного драйвера має бути розміщена у прямокутному корпусі оптичного мікроскопа. Плата блоку

					БР. 6.050802.051.008 ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

освітлення буде виконана у формі кільця через необхідність її встановлення у корпус мікроскопа круглої форми.

Для подальшої роботи використаємо ГОСТ 10317-79. У ньому зазначено, що довжини сторін друкованої плати повинні бути кратними 2,5 мм при довжині до 100мм та 5мм при довжині до 350мм.

Також у розглянутому ГОСТі зазначено, що співвідношення сторін повинно бути не більшим ніж 1:3.

Відповідно до розглянутих вимог ГОСТ та враховуючи площу елементів, вимоги замовника були обрані такі розміри плат

А)Плата блоку живлення

30мм x 70мм

Б)Плата блоку світлодіодного драйвера

35мм x 47,5мм

В)Плата блоку освітлення

Менший діаметр кільця 50мм , Більший діаметр кільця 140 мм.

3.4. Вибір класу точності

Для виконання даного завдання необхідно використати ГОСТ 23751-86, що передбачає п'ять класів точності. Параметри до визначення класу точності можна переглянути у (табл. 11).

Визначивши фізичні розміри виводів мікросхем було прийняте рішення виготовлення плати 5-ого класу точності. При прийнятті рішення основна увага була звернена на розміри виводів мікросхем, що були наявні на друкованій платі.

					БР. 6.050802.051.008 ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Класи точності друкованих плат

Опис	Умовне позначення	Номінальні значення основних розмірів для класу точності				
		1	2	3	4	5
Ширина друкованого провідника	t , мм	0,75	0,45	0,25	0,15	0,10
Відстань між краями сусідніх елементів	S , мм	0,75	0,45	0,25	0,15	0,10
Гарантований поясок	b , мм	0,30	0,20	0,10	0,05	0,025
Відношення мінімального діаметру металізованого отвору до товщини ДП	γ	0,40	0,40	0,33	0,25	0,20

3.5 Розрахунок ширини друкованого провідника

Ширина друкованого провідника визначається мінімальним значенням ширини провідника, який у свою чергу залежить від значення струму, що через нього протікає. Також важливим параметром для визначення ширини провідника є мінімальна допустима ширина, що залежить від падіння напруги на цьому провіднику. Окрім того, мінімальна ширина провідника обмежується класом точності плати, а тому остаточну ширину визначають за формулою:

$$b_{\text{дп}} = \max(b_{\text{min ГОСТ}}, b_{\text{min I}}, b_{\text{min U}}),$$

де $b_{\text{min ГОСТ}}$ – мінімальна ширина друкованого провідника відповідно до ГОСТ 23751-86;

					БР. 6.050802.051.008 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

$b_{\min I}$ - мінімальна ширина силового друкованого провідника за постійним струмом;

$b_{\min U}$ - мінімальна ширина силового друкованого провідника з урахуванням допустимого падіння напруги на ньому.

Згідно обраного п'ятого класу точності: $b_{\min \text{ГОСТ}} = 0,1 \text{ мм}$.

Визначення мінімальної ширини друкованого провідника за постійним струмом:

$$b_{\min} = \frac{I_{\max}}{j_{\text{доп}} \cdot t},$$

де $j_{\text{доп}} = 48 \text{ А/мм}^2$ – допустима густина струму с $h_{\phi} = 35 \text{ мкм}$

t – товщина провідника, що визначається із формули:

$$t = h_{\phi} + h_{\text{хм}} + h_{\text{зм}},$$

де $h_{\phi} = 35 \text{ мкм}$ – товщина мідної фольги.

$h_{\text{хм}} - (0,005 \div 0,008) \text{ мм}$ товщина хімічно осадженої міді;

$h_{\text{зм}} - (0,05 \div 0,06) \text{ мм}$ товщина гальванічно осадженої міді;

$$t = 0,035 + 0,007 + 0,055 = 0,097 \text{ (мм)}$$

Тепер визначимо максимальний струм споживання I_{\max} . Для цього проаналізуємо отримані раніше електричні принципи схеми блоків.

А) $I_{\max} = 2.5 \text{ А}$ Б) 1 А В) 1 А

Отже, підставляючи значення у ф-лу :

Для блоку А) $b_{\min} = 0,53 \text{ (мм)}$. Б) $b_{\min} = 0,21 \text{ (мм)}$. В) $b_{\min} = 0,21 \text{ (мм)}$.

Мінімальна ширина силового провідника з урахуванням допустимого падіння напруги на ньому обчислюється за наступною формулою:

$$b_{\min U} = \frac{\rho \cdot I_{\max} \cdot L_{\text{пров}}}{t_{\text{пров}} \cdot U_{\text{доп}}}$$

					БР. 6.050802.051.008 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

де $\rho = 0,0175$ (Ом·мм²/м) - питомий опір провідника, виготовленого комбінованим методом;

$L_{\text{пров}}$ - довжина найдовшого друкованого провідника на ДП;

$U_{\text{доп}} = 16$ В - допустимий спад напруги на друкованому провіднику.

Отже, підставляючи значення у ф-лу :

Для блоку А) $b_{\min} = 0,3$ (мм). Б) $b_{\min} = 0,3$ (мм). В) $b_{\min} = 0,57$ (мм).

Отже, ширина силового друкованого провідника має бути не меншою, ніж:

$$b_{\text{дп}} = \max(b_{\min \text{ ГОСТ}}, b_{\min I}, b_{\min U})$$

Тому обираємо

А) $b_{\min \text{ ГОСТ}} = 0,6$ (мм)

Б) $b_{\min \text{ ГОСТ}} = 0,3$ (мм)

В) $b_{\min \text{ ГОСТ}} = 0,6$ (мм)

Всі провідники обираються з такою шириною , що повністю задовольняє мінімальну допустиму ширину для п'ятого класу точності.

3.6. Визначення номінального значення перехідних отворів

$$d = d_n + |\Delta d_{\text{но}}|$$

де,

$d_n = 0,3$ (мм) – мінімальний діаметр отвору, відповідно до класу точності друкованої плати;

$\Delta d_{\text{но}}$ – нижнє граничне відхилення від номінального діаметра монтажного отвору;

Для інтегральних схем:

$$d = 0,3 + 0,05 = 0,35(\text{мм}).$$

					БР. 6.050802.051.008 ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.7 Визначення номінального значення монтажних отворів

$$d = d_3 + |\Delta d_{но}| + r$$

де,

d_3 – максимальний діаметр вивода конструктивного елемента;

$\Delta d_{но}$ – нижнє граничне відхилення від номінального діаметра монтажного отвору;

r – різниця між мінімальним діаметром монтажного отвору і максимальним діаметром виводу

Для інтегральних схем:

$$d = 0,25 + 0,05 + 0,1 = 0,4(\text{мм}).$$

3.8. Визначення потужності втрат

Даний параметр можна визначити за формулою:

$$P_{\pi} = 2\pi f E_{жив}^2 tg\delta C,$$

де f – робоча частота електричної схеми;

$E_{жив}$ - напруга живлення пристрою;

$tg\delta$ - тангенс кута діелектричних втрат (для склотекстоліту 0,002);

C – власна ємність друкованої плати, що визначається із:

$$C = \frac{0,009\epsilon S}{h_{дп}},$$

Потужність втрат друкованої плати дорівнює:

$$\text{А) } P_{\pi} = 2 \cdot 3,14 \cdot 30 \cdot 2 \cdot 0,002 \cdot 10 = 7,53(\text{мкВт}).$$

$$\text{Б) } P_{\pi} = 2 \cdot 3,14 \cdot 24 \cdot 2 \cdot 0,002 \cdot 8,04 = 6,03(\text{мкВт}).$$

$$\text{В) } P_{\pi} = 2 \cdot 3,14 \cdot 16 \cdot 2 \cdot 0,002 \cdot 8,04 = 3(\text{мкВт}).$$

3.9. Розрахунок надійності

					БР. 6.050802.051.008 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

Надійністю вважають однією із основних характеристик приладу. Саме розробка нових систем із високою ефективністю і максимально доступною надійністю є основним завданням конструктора.

Надійність – це властивість об’єкту зберігати з часом в установлених межах значення усіх параметрів, які характеризують можливість виконувати потрібні функції в заданих режимах і умовах застосування, технічного обслуговування, ремонтів, збереження і транспортування (ГОСТ 27.002-83).

Розрахунок надійності полягає в визначенні основних показників надійності виробу за відомими характеристикам надійності складових компонентів і умов експлуатації. Дані для розрахунку надійності зведені в таблиці 12,13,14 для відповідних друкованих плат - блоків

де, N_i – кількість елементів;

λ_{03} – інтенсивність відмов у нормальному режимі роботи;

K_H – коефіцієнт навантаження;

a_t – температурний коефіцієнт;

$a_{\text{э}}$ – коефіцієнт, що враховує умови експлуатації;

$$\lambda_{p3i} = \lambda_{03} N_i K_H a_t a_{\text{э}}$$

					БР. 6.050802.051.008 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

Таблиця 12

Найменування елементів	N _i	$\lambda_{0\Omega}$, ч-1	K _н	a _t	a _Э	$\lambda_{p\Omega}$
Конденсатори	2	3,30E-09	0,25	0,45	10	7,43E-09
Діодний міст	1	3,00E-09	0,4	2	10	2,40E-08
Коннектори	1	4,00E-09	1	1	10	4,00E-08
Мікросхема LM7824	1	2,00E-09	3	3,7	9	2,00E-07
Пайка виводів	17	5,00E-11	1	1	9	7,65E-09
Трансформатор	1	1,00E-08	0,8	1	9	7,20E-08
Друкована плата	1	2,00E-08	1	1	10	2,00E-07

$$\sum = 5,15 \text{ E} - 07$$

Б) Блок світлодіодного драйверу

Таблиця 13

Найменування елементів	N _i	$\lambda_{03}, \text{ч-1}$	K _н	a _т	a _з	λ_{pzi}
Конденсатори	5	3,30E-09	0,25	0,45	10	1,86E-08
Змінний резистор	1	3,00E-09	0,2	1,3	10	7,80E-09
Коннектори	2	4,00E-09	1	1	10	8,00E-08
Резистори	4	3,00E-09	0,2	1,3	10	3,12E-08
Пайка виводів	38	5,00E-11	1	1	9	1,71E-08
Індуктивність	1	3,30E-09	0,25	0,5	10	4,13E-09
Друкована плата	2	2,00E-08	1	1	10	4,00E-07
Діод Шоткі	1	4,00E-09	0,6	1,5	9	3,24E-08
Мікросхема LM3409	1	2,00E-09	5	4,5	9	4,05E-07

$$\Sigma = 9,96E - 07$$

Найменування елементів	N_i	$\lambda_{0\text{э}}, \text{ч-1}$	K_H	a_t	$a_{\text{э}}$	$\lambda_{\text{раі}}$
Коннектори	1	4,00E-09	1	1	10	4,00E-08
Пайка виводів	32	5,00E-11	1	1	9	1,44E-08
Світлодіоди	15	4,00E-09	0,9	1,2	10	6,48E-07
Друкована плата	1	2,00E-08	1	1	10	2,00E-07

$$\sum = 7,22\text{E} - 07$$

1) Середній час напрацювання на відмову:

$$T_{\text{сер}} = 1/\lambda_{\text{раі}}$$

А) $T_{\text{сер}} = 32362$ (год)

Б) $T_{\text{сер}} = 16733$ (год)

В) $T_{\text{сер}} = 23741$ (год)

2) Вірогідність безвідмовної роботи приладу та вірогідність відмов залежно від часу роботи:

вірогідність безвідмовної роботи приладу - $P(t) = e^{-\lambda_{\text{рез}} t}$

вірогідність відмов - $Q(t) = 1 - P(t)$

Блок А)

$$P(1000) = 0,99944907 \quad Q(1000) = 0,00055093$$

$$P(5000) = 0,99724839 \quad Q(5000) = 0,00275161$$

$$P(10000) = 0,99450436 \quad Q(10000) = 0,00549564$$

$$P(20000) = 0,98903892 \quad Q(20000) = 0,01096108$$

$$P(40000) = 0,97819798 \quad Q(40000) = 0,02180202$$

Блок Б)

$$P(1000) = 0,99900427 \quad Q(1000) = 0,00099573$$

$$P(5000) = 0,99503124 \quad Q(5000) = 0,00496876$$

$$P(10000) = 0,99008716 \quad Q(10000) = 0,00991284$$

$$P(20000) = 0,98027258 \quad Q(20000) = 0,01972742$$

$$P(40000) = 0,96093434 \quad Q(40000) = 0,03906566$$

Блок В)

$$P(1000) = 0,99929785 \quad Q(1000) = 0,00070215$$

$$P(5000) = 0,99649416 \quad Q(5000) = 0,00350584$$

$$P(10000) = 0,99300061 \quad Q(10000) = 0,00699939$$

$$P(20000) = 0,98605021 \quad Q(20000) = 0,01394979$$

$$P(40000) = 0,97229502 \quad Q(40000) = 0,02770498$$

3.10. Розрахунок віброміцності

Для подальшого розрахунку використаємо дані у таблиці 15

					БР. 6.050802.051.008 ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 15

Блок А			Блок Б			Блок В		
Найменування елементів	N _i	m ел., г	Найменування елементів	N _i	m ел., г	Найменування елементів	N _i	m ел., г
Конденсатори	2	6	Конденсатори	5	6	Коннектори	1	5
Діодний міст	1	20	Змінний резистор	1	4	Пайка виводів	32	2
Коннектори	1	5	Коннектори	2	5	Світлодіоди	15	3
Мікросхема LM7824	1	5	Резистори	4	3			
Пайка виводів	17	2	Пайка виводів	38	2			
Трансформатор	1	50	Індуктивність	1	6			
			Мікросхема LM3409	2	8			
			Діод Шоткі	1	4			
Заг. маса ел., г	126		Заг. маса ел., г	158		Заг. маса ел.,г	114	

Розрахуємо:

1) Маса друкованої плати

$M_{\text{плати}} = a \cdot b \cdot \delta \cdot \rho + \text{Заг. маса ел.};$

А) $M_{\text{плати}} = 132,45$ (г)

Б) $M_{\text{плати}} = 163,15$ (г)

В) $M_{\text{плати}} = 118$ (г)

2) Коефіцієнт α . Для усіх трьох плат приймаємо, що кріплення жорстке на 4 сторони

$$\alpha = 22,37 * \sqrt{1 + 0,61 * \frac{a^2}{b^2} + \frac{a^4}{b^4}}$$

А) $\alpha = 65$

Б) $\alpha = 28$

В) $\alpha = 42$

За отриманими даними розрахуємо чи виконується умова вібростійкості, тобто прогин друкованої плати не перевищує 1/5 її товщини (0,2 мм.)

А) $W = 0,016$

Б) $W = 0,014$

В) $W = 0,09$

Отримані результати повністю задовольняють умови до вібростійкості, що дозволяє виконати подальшу розробку друкованої плати у середовищі Eagle CAD

					БР. 6.050802.051.008 ПЗ		Арк.
							67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

3.11. Розробка друкованих плат у середовищі Eagle CAD

Розробка друкованих плат була виконана у середовищі спеціалізованої комп'ютерної програми Eagle CAD. Друковані плати блоку живлення, блоку світлодіодного драйвера та блоку освітлення зображені на Рис. 3.1 , Рис 3.2 та Рис. 3.3. відповідно:

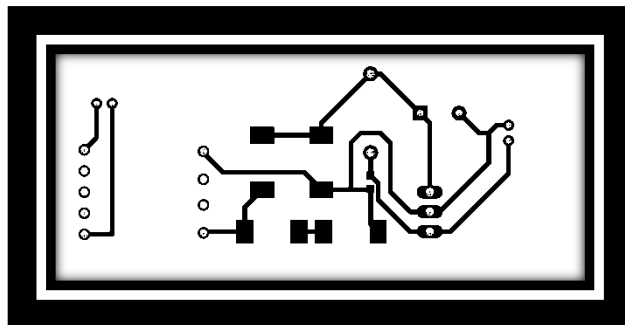
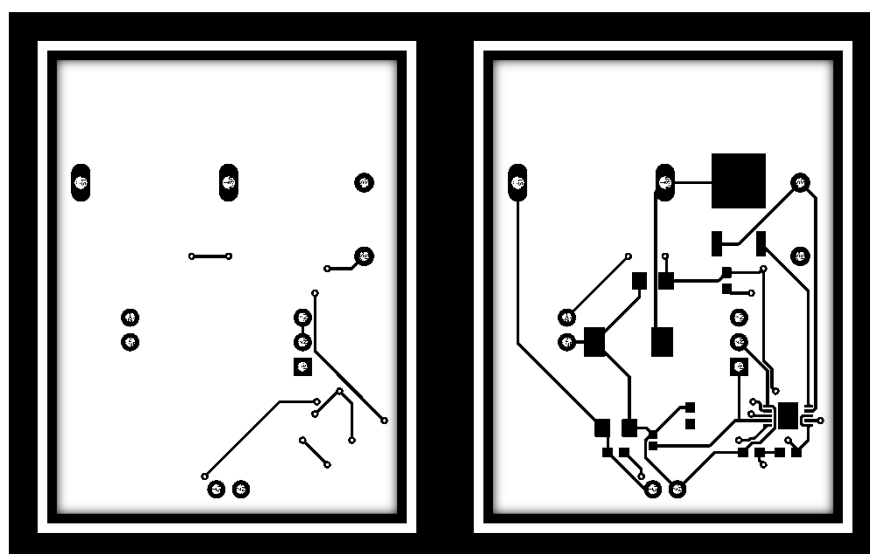


Рис. 3.1. Друкована плата блоку живлення



а) вигляд знизу

б) вигляд згори

Рис.3.2. Друкована плата блоку світлодіодного драйвера

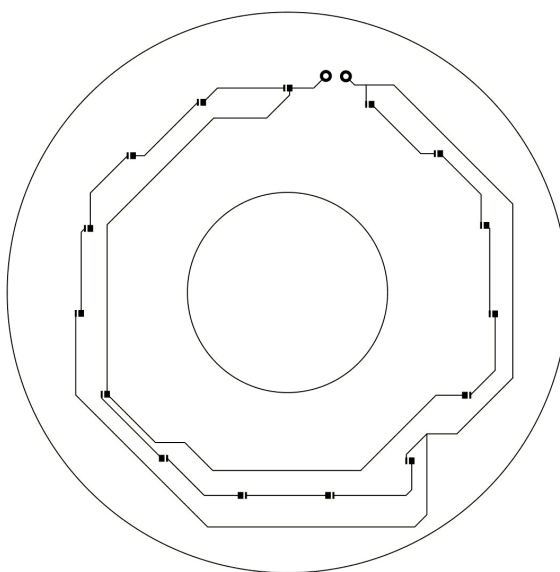


Рис. 3.3. Друкована плата блоку освітлення

					БР. 6.050802.051.008 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

Висновки

У даному розділі було виконано наступні задачі:

- вибір та обґрунтування типу ДП;
- вибір та обґрунтування матеріалу ДП;
- вибір та обґрунтування класу точності ДП;
- розрахунок розмірів друкованого провідника;
- розрахунок номінального значення перехідних отворів;
- розрахунок номінального значення монтажних отворів;
- розрахунок потужності втрат ДП;
- розрахунок надійності ДП;
- розрахунок віброміцності ДП;
- створення ДП за допомогою Eagle CAD;

					БР. 6.050802.051.008 ПЗ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

У виконаному дипломному проекті описаний процес розробки світлодіодної системи освітлення об'єкту у оптичному мікроскопі. Система освітлення має відповідати технічному завданню, що включає у себе такі умови : розробка системи освітлення із можливістю регулювання яскравості світіння, висока надійність, ергономічність та відносно невелика собівартість.

У першому розділі роботи було розглянуто декілька варіантів існуючих загальнотехнічних рішень, що використовуються для побудови систем освітлення. Також у даному розділі були розглянуті основні параметри джерел світла, що можуть бути використані при побудові нової системи освітлення. Окремо були розглянуті та співставлені між собою методи побудови окремих блоків схеми. Опираючись на отримані дані, звертаючи увагу на усі переваги та недоліки, були обрані найоптимальніші складові системи, а саме:

- Трансформаторний блок живлення із стабілізатором напруги на основі мікросхеми LM7824, що є імпульсним стабілізатором напруги.
- Світлодіодний драйвер на основі мікросхеми LM3409, що є імпульсним понижуючим драйвером.
- Тип системи освітлення – світлодіодний. Освітлювальний елемент у блоці освітлення – світлодіод SMD2835.

У другому розділі проекту наведені розроблені структурна схема та електронна принципова схеми. Також у другому розділі були розраховані параметри елементів, що мають бути використані при виготовленні пристрою. До функціоналу розробленого пристрою можна віднести:

- Підключення до живлення мережі змінної промислової напруги.
- Пониження та випрямлення напруги.
- Стабілізація напруги.
- Можливість регулювання яскравості освітлення.
- Стабілізація струму світлодіодів.
- Яскраве освітлення об'єкту при малій споживаній потужності.

					БР. 6.050802.051.008 ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У третьому розділі проекту була розроблена друкована плата приладу. Також були розраховані основні її характеристики. Друкована плата була спроектована у програмному середовищі Eagle Cad.

Спроектowana світлодіодна система освітлення об'єкту у оптичному мікроскопі :

- ✓ Задовольняє значенню освітленості 200 Лк (максимальне значення розробленої системи 477 Лк);
- ✓ Задовольняє значенню потужності не менше 10 Вт (система складає 16 Вт),
- ✓ Наявна можливість дімування аналоговим способом.
- ✓ Живиться напругою, що відповідає змінній напрузі промислового живлення 220В, 50Гц.
- ✓ Має низьке енергоспоживання системи
- ✓ Має високе значення надійності
- ✓ Екологічно безпечна (система виконана із припою та елементів, що не містять шкідливих речовин)

Тобто спроектована світлодіодна система освітлення об'єкту у оптичному мікроскопі відповідає усім умовам, що були зазначені у ТЗ.

					БР. 6.050802.051.008 ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Сравнение мощности светодиодных ламп, КЛЛ и ламп накаливания. Журнал LED_Journal. – 2019. - № 17.
2. Спектры излучения осветителей белого свечения и осветители на их основе Светотехника / [Коган Л.М., Гальчина Н.А., Рассохин И.Т., и др.] 2005. № 1. С.15 - 17.
3. Вейнерт Д., Ч. Сполдинг. Светодиодное освещение: Справочник 2010
4. Юрий Раковций. Блок питания для мощных светодиодных осветительных приборов. Журнал Chip News Україна с.18-с.20. – 2012.- №4
5. Вдовин, С. С. Проектирование импульсных трансформаторов / С.С. Вдовин. - Л.: Энергия, 2012. - 148 с.
6. Ермолин, Н.П. Как рассчитать маломощный силовой трансформатор /
7. Специфікація на мікросхему LM350 *[Електронний ресурс]*

<https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/11671/MOTOROLA/LM350.html>

- Назва з екрана.

8. Специфікація на мікросхему LT1083 *[Електронний ресурс]*

<https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/191654/liner/Lt1083.html>

- Назва з екрана.

9. Специфікація на мікросхему LM7824 *[Електронний ресурс]*

<https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/33411/UTC/LM7824.html>

- Назва з екрана.

10. Специфікація на мікросхему KP142EN9 *[Електронний ресурс]*

https://rudatasheet.ru/microchips/k142en9_kr142en9/

- Назва з екрана.

11. Владимир Макаренко. Драйвер светодиодов с низким уровнем ЭМИ. Журнал Chip News Україна с.25-с.30. . – 2018.- №6

12. Диммер для светодиодов и светодиодных лент: описание, применение и схемы подключения. Журнал LED_Journal. – 2019. - № 29.

					БР. 6.050802.051.008 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

13. Специфікація на мікросхему UC3845 [Електронний ресурс]

<https://www.farnell.com/datasheets/89948.pdf>

- Назва з екрана.

14. Специфікація на мікросхему LM3409 [Електронний ресурс]:

<https://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm3409.pdf>
https://eandc.ru/pdf/mikroskhema/lm117_lm317.pdf

- Назва з екрана

15. Специфікація на мікросхему CPC9909 [Електронний ресурс]

<https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/533328/IXYS/CPC9909N.html>

- Назва з екрана.

16. Владимир Рентнюк. Светодиод – такой знакомый и неизвестный. Часть 4. Основные проблемы и их решения. Журнал Chip News Україна с.12-с.20. – 2018.- №6

17. Светодиодные матрицы. Журнал LED_Journal. – 2019. - № 13.

18. Texas Instruments. Справочник типовых решений с применением светодиодов 2009.

19. Мешков, С. П. Основы светотехники. / С. П. Мешков — М.: Техническая литература, 1960.

20. Коган, Л. М. Светодиодные осветительные приборы. Светотехника. 2002. № 5.

					БР. 6.050802.051.008 ПЗ	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		